Gegen die Zahlenmystik an der großen Pyramide bei Gise

Vortrag
gehalten in der Vorderasiatisch-ägyptischen Gesellschaft
zu Berlin am 1. Februar 1922

von

Ludwig Borchardt

Mit 6 Abbildungen

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1922

Gegen die Zahlenmystik an der großen Pyramide bei Gise

Vortrag
gehalten in der Vorderasiatisch-ägyptischen Gesellschaft
zu Berlin am 1. Februar 1922

von

Ludwig Borchardt

Mit 6 Abbildungen

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1922

ISBN 978-3-662-23661-1 ISBN 978-3-662-25747-0 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-25747-0

Meine Damen und Herren!

Etwa vor 30 Jahren wurde mir gelegentlich einer Diphtherie-Epidemie erzählt, daß diese Epidemie dadurch entstanden sei, daß ein Kind Spielsachen von einem in einer früheren Epidemie verstorbenen Kinde benutzt und sich dadurch die Krankheit zugezogen habe. Die Mediziner unter Ihnen werden mir vielleicht sagen, das sei unwahrscheinlich, es werde vielmehr zwischen den beiden Epidemien weniger schwere Zwischenfälle gegeben haben, die die Seuche weitertrugen, bis sie zu neuer Stärke wieder aufflammte. Wie dem auch sei, mir fiel jedenfalls diese alte Erzählung wieder ein, als im letzten Jahre bei uns in Deutschland eine Epidemie auf dem Gebiete der mit den Maßen der großen Pyramide bei Gise arbeitenden Zahlenmystik ausbrach, eine Epidemie, wie sie zuletzt in den fünfziger bis achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts namentlich in England gewütet hatte, die ich aber seit ihrer wirkungsvollen Bekämpfung durch W. Flinders Petrie im Jahre 1883 für dauernd erloschen gehalten hatte.

Bei einem besonders schweren Falle des vorjährigen Ausbruchs liegt die Sache ganz klar. Der Patient[1]) hat ein Spielzeug, einen Roman, der die Pyramidenmystik der sechziger Jahre behandelt[2]), in die Hände bekommen und hat sich dadurch die Ansteckung zugezogen. Wenn man aber näher zusieht, so gibt es auch hier zwischen den beiden Ausbrüchen Zwischenfälle, die ziemlich unbeachtet und unschädlich vorübergegangen sind. Zur Zeit aber hat die Epidemie eine Höhe erreicht — aus dem Jahre 1921 sind mir allein aus Deutschland vier Druckschriften über die Pyramidenmystik bekannt geworden —, daß es geboten erscheint, ihren Strom einzudämmen und, wenn möglich, zum Versiegen zu bringen.

Das ist natürlich nur durch möglichst weit zu verbreitende Aufklärung darüber möglich, daß die große Pyramide von Gise, auf die sich alle diese Zahlen- und Maßtheorien beziehen, keinerlei besondere Geheimnisse an sich hat, daß sie ein Grabdenkmal unter vielen ist und in nichts wesentlichem von den übrigen ihrer Art abweicht. Nicht einmal ihre Größe gibt uns ein Recht, sie, wie es immer geschieht, so besonders herauszuheben. Gewiß, sie war einmal rd. 3,50 m höher als die zweite Pyramide bei Gise; ich bin aber durchaus nicht sicher, ob das je auffiel, solange noch beide vollständig dastanden; die Grundfläche der zweiten Pyramide liegt nämlich 11,11 m höher[3]) als die der ersten.

Rufen wir uns also zunächst das in unser Gedächtnis zurück, was wir von den Pyramiden wissen, wobei wir uns, um uns nicht zu sehr zu verbreiten, auf die Pyramiden des alten Reiches der ägyptischen Geschichte beschränken wollen, also auf die, die von den Königen der 4. bis 6. Dynastie, so etwa in der Zeit zwischen 3400 und 2700 v. Chr., errichtet worden sind.

Seitdem Erman[4]) 1886 zuerst darauf hingewiesen hat, wissen wir, daß die Pyramiden im alten Reiche dicht bei den im Tale liegenden Residenzstädten der Herrscher auf dem Ostrande der westlichen, das Niltal begleitenden Wüstenhochebene angelegt worden sind. Diese Residenzstädte — inschriftlich auch Pyramidenstädte genannt — wechselten aber, wie das bei orientalischen Residenzstädten in allen Zeiten vorkommt, häufig ihre Lage. Jedes neue Herrschergeschlecht, oft auch wohl ein einzelner Herrscher, verließ die alte und errichtete an ihm besser scheinender Stelle eine neue. Daher das anscheinend ganz zusammenhanglose Durcheinander der Lage der Pyramiden, wenn man versucht, sie zeitlich zu ordnen.

Snefru, der erste Herrscher, der eine richtige Pyramide zu erbauen beabsichtigte, tat dies bei Meidum; noch ehe er aber seinen Bau vollendete, verlegte er seine Residenz mehr nach Norden und errichtete bei Dahschur eine zweite Pyramide. Seine Nachfolger Chufu und Chaf-re zogen mit ihrer Residenz noch weiter nach Norden und erbauten die beiden großen Pyramiden bei Gise. Der folgende König Dedf-re ging noch weiter nördlich, seine Pyramide liegt bei Abu Roasch. Sein Nachfolger Men-kew-re zieht wieder nach Gise zurück. Die dritte Pyramide dort ist sein Werk. So ist also in der 4. Dynastie allein Residenzstadt und Pyramide viermal verlegt worden. Die 5. Dynastie baute dann bei Abußir, etwa eine Stunde südlich von den Gisepyramiden, die 6. bei Saqqara, rund eine halbe Stunde Wegs noch mehr nach Süden. Die Pyramiden, von denen soeben die Rede war, liegen also zwischen Meidum im Süden, 29° 27′ 6″ n. Br.[5]), und Abu Roasch im Norden, 30° 2′ 24″ n. Br.[5]), d. h. auf einer in Luftlinie rd. 65 km langen Strecke von Norden nach Süden, etwa 17 Wegstunden auseinander.

Die Spitze der großen Pyramide bei Gise liegt auf 29° 58′ 51″ n. Br.[6]), also nicht wie einige der Pyramidentheoretiker voraussetzen, genau unter 30° n. Br. Ihre Stelle ist nie und nimmer nach irgendwelchen mit geographischen Breitenmessungen zusammenhängenden Erwägungen ausgesucht worden, vielmehr hat Chufu den am nächsten dem Tale liegenden höchsten Punkt hier gewählt, um sein Denkmal möglichst mächtig erscheinen zu lassen. Die nach ihm kamen, mußten dann die ungünstigeren Baustellen nehmen. Dasselbe können wir in der 5. Dynastie nochmals beobachten. Bei Abußir wählt Sahu-re zuerst, die Bauplätze der Pyramiden seiner Nachfolger liegen daher schlechter. Ich möchte sogar fast annehmen, daß die Verlegung der Residenz unter Dedf-re von Gise nach Abu Roasch nur darauf zurückzuführen ist, daß der König bei Gise keinen günstigen Pyramidenplatz mehr finden zu können glaubte und daher nach großen Vorarbeiten auf den gewaltig hochragenden Vorsprung bei Abu Roasch sein Grabdenkmal errichtete. Erst der bescheidenere Men-kew-re begnügte sich wieder mit einer niedrig liegenden, kleinen dritten Pyramide bei Gise. Geographische Breitenmessungen — um 3000 v. Chr.!! — haben jedenfalls mit all dem nie etwas zu tun gehabt.

Wenn wir bisher von Pyramiden sprachen, so mußten wir dabei immer im Auge behalten, daß eine Pyramide stets nur ein Teil eines größeren Ganzen, eines königlichen Grabdenkmals, ist. Das haben zuerst die Ausgrabungen der Deutschen Orient-Gesellschaft bei Abußir aller Welt klar vor Augen geführt. Ein solches Grabdenkmal — das, zu dem die große Pyramide bei Gise gehört, ebenso wie jedes andere — besteht aus einem Torbau, der unten vor der Höhe im Tal liegt, einem auf langer künstlicher Rampe erbauten, allseitig geschlossenen Aufgang, der den Torbau mit dem auf der Höhe liegenden Totentempel verbindet, dem Totentempel selbst und endlich aus der sich westlich daran anschließenden Pyramide, dem eigentlichen Grabe des Herrschers. Die hinteren Teile des Totentempels und die Pyramide sind von einer hohen Mauer umschlossen. Mit solchem Grabdenkmal stehen dann in loserem Zusammenhange noch Nebenanlagen, Pyramiden der Königinnen und anderer Familienglieder des königlichen Hauses, aber die interessieren uns hier weniger. Die große Pyramide bei Gise ist wie die andern auch nur ein Teil eines solchen Grabdenkmals, das des Königs Chufu; die Reste des Totentempels, Spuren der Umfassungsmauer, der Aufweg, sind klar nachweisbar, nur der Torbau im Tale leider nicht, da ein Dorf heute darauf liegt. Die unter den Pyramidentheoretikern, die leugnen, daß die große Pyramide ein Grab sei, und daraus eine sichere Aufbewahrungsstätte eines Normalmaßes, das sie im Steinsarge des Königs verkörpert sehen, machen wollen, müßten uns also noch erklären, was denn ein Totentempel und das Übrige vor ihrem Normalaichungsamt sollten.

Da einer der Pyramidentheoretiker auch mit der von ihm völlig mißverstandenen Lepsiusschen Theorie über die Erbauung der Pyramiden arbeitet, so dürfen wir hier auch nicht an dieser rein baugeschichtlichen Frage vorbeigehen. Die Pyramiden in der allseitig glatten Form, die wir stets meinen, wenn wir von Pyramiden reden, hatten Vorläufer. Eine ältere Form des ägyptischen Königsgrabes ist nämlich die Stufenmastaba oder, wie sie fälschlich in der Kunstgeschichte genannt wird, die Stufenpyramide. Sie ist ein über der Grabkammer angelegter massiver Bau auf länglich rechteckigem Grundriß. Der mittlere, auch rechteckigen Grundriß zeigende Kern davon ist mit steil geböschten Seitenflächen hochgeführt, um ihn sind in gleicher Böschung dicke Steinmäntel gelegt, die von innen nach außen gezählt stufenweise niedriger bleiben, so daß das Bauwerk in jeder Richtung allseitig abgestufte Querschnitte bekommt. Diese fortgesetzte, stufige Ummantelung ist die Art gewesen, in der die alten Ägypter große Massen türmten und außen gleichzeitig gegen Abrutschen festigten.

Eine Pyramide mit allseitig gleichen Böschungen konnte aus der Stufenmastaba ohne Änderung des Grundrisses nie werden. So mußte der erste Bauherr, der sich eine richtige Pyramide erbauen wollte, König Snefru, seinem Bau bei Meidum an Stelle des länglich rechteckigen Mastabagrundrisses quadratischen Grundriß geben, dann konnte er unter Beibehaltung des Konstruktionsprinzipes der stufenweisen Ummantelung die Stufen allseitig durch aufgelegtes Mauerwerk mit einheitlichen Böschungen zur spitzen Pyramidenform ausgleichen. Da Snefru diese, seine erste Pyramide, nicht vollendete, so können wir an dem unfertigen Bau sehr gut sehen[7]), wie der hohe Kern und die inneren und höchsten Stufenmäntel noch frei stehen, die äußeren, niedrigsten Mäntel aber schon allseitig übermauert, und diese unteren Teile auch schon allseitig mit gleichgeböschter glatter Bekleidung versehen sind. Daß die abgestufte Ummantelung auch bei späteren Pyramidenbauten als Konstruktionsprinzip beibehalten wurde, zeigt fast jede etwas stärker zerstörte Pyramide[8]) deutlich. Bei den weniger zerstörten großen Pyramiden bei Gise ist der Abbruch der Bekleidung und der Aufmauerung, die auf den inneren Mänteln liegen, nicht tief genug gegangen, um auch nur die oberen Außenkanten der Mäntel sichtbar zu machen[9]).

Die Lepsiussche Theorie des Pyramidenbaues[10]) besagte nun, daß die Ummantelungen gewissermaßen wie die Jahresringe bei Bäumen während des Baues die Pyramide mehr und mehr vergrößerten, bis etwa beim Tode des Königs dieser Vergrößerung Halt geboten und die Bekleidung herumgelegt wurde. Man habe also bei Beginn des Baues noch nicht bestimmen können, wie groß er werden solle. In dieser Form ist die Lepsiussche Theorie nicht richtig. Wenn man sie überhaupt noch gelten lassen will, so kann man höchstens sagen: die Ummantelungen sind das Konstruktionsprinzip des Pyramidenbaues. Ein allmähliches Wachstum, dessen Umfang beim Baubeginn gar nicht vorauszusehen gewesen wäre, aus den Ummantelungen abzuleiten, dazu berechtigt nichts. Aber ebensowenig ist die Petriesche Theorie[11]) allgemein gültig, die behauptet, daß jede Pyramide von vornherein so entworfen wurde, wie sie endgültig zur Ausführung gekommen ist. Für viele der kleineren Pyramiden mag sie gelten, aber gerade für die drei großen Pyramiden von Gise gilt sie nicht. Bei diesen sind, an jeder von ihnen, mehrere Bauperioden, d. h. Entwurfsänderungen, die mit wesentlichen Vergrößerungen des Bauumfanges Hand in Hand gingen, nachweisbar.

Wir müssen daher, ebenso wie wir die Lepsiussche Theorie wegen eines Pyramidentheoretikers[12]) nicht unerörtert lassen durften, auch einiges über die verschiedenen Bauperioden der Gise-Pyramiden, namentlich der großen, hier sagen, da die Pyramidentheoretiker insgesamt die große Pyramide als ein einheitliches, aus einem Gusse entstandenes Ganzes ansehen und nur so zu vielen ihrer Ideen kommen. Einige Skizzen werden dabei das Verständnis erleichtern.

Die große Pyramide sollte zuerst (Abb. 1a) nur eine Grabkammer im Fels mit schräg zu ihr führendem Eingang haben. Noch ehe die Grabkammer ganz ausgehöhlt war, wurde dieser Entwurf, von dem wir die beabsichtigte Ausdehnung des Oberbaues nicht kennen, der aber auch oberirdisch schon über die ersten Ausführungsstadien hinausgekommen war, durch einen größeren (Abb. 1b) ersetzt. In diesem sollte die Grabkammer oben auf das schon errichtete Mauerwerk des Kerns gelegt werden, der Zugang mußte also einen vom alten Zugang nach oben abzweigenden, teilweise durch schon bestehendes Mauerwerk durchzubrechenden ansteigenden Arm und ein wagerecht liegendes Stück erhalten. Auch in diesem zweiten Entwurf können wir über die beabsichtigte Größe der Pyramide nichts Sicheres sagen. Soviel steht aber fest, daß, noch ehe der Fußboden in der neuen Grabkammer und in einem Teile ihres wagerechten Zuganges gelegt war, auch dieser Entwurf verworfen und ein dritter, letzter (Abb. 1c), zur Ausführung bestimmt wurde. In ihm war die sogen. große Galerie als Fortsetzung des ansteigenden Ganges und die Grabkammer mit den ganz unverständlich gehäuften Entlastungskammern über dem Dache vorgesehen. Erst bei diesem letzten, endgültig zur Benutzung bestimmten Entwurf können wir die Ausdehnung des Baues feststellen. Bei den früheren Entwürfen wird man nur annehmen dürfen, daß ihre Ausdehnungen geringer sein sollten.

Trotzdem diese Baugeschichte der großen Pyramide schon seit

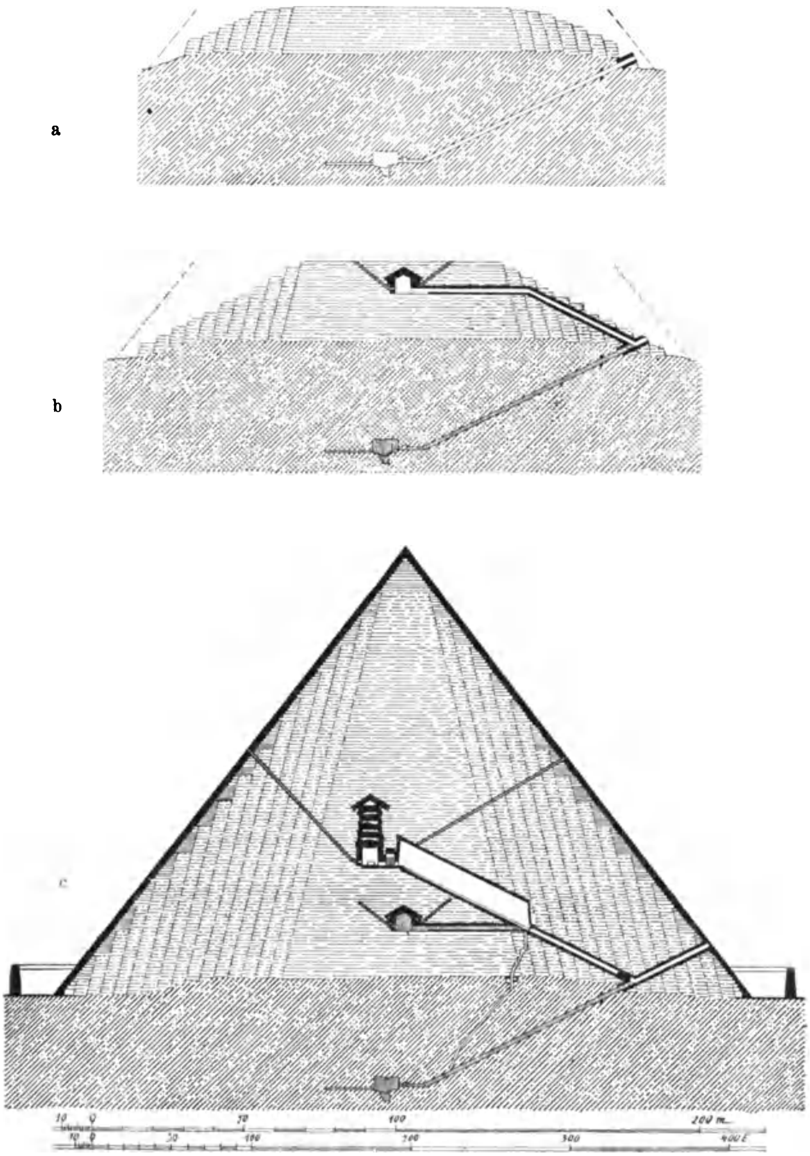

Abb. 1. Die drei Entwürfe in der großen Pyramide bei Gise.
a) Stand des Baus bei Aufgabe des ersten Entwurfs.
b) „ „ „ „ „ „ zweiten „
c) Bau nach Fertigstellung des dritten Entwurfs.

rd. 30 Jahren[13]) bekannt ist, ist es bisher doch noch nicht auszurotten gewesen, daß die Kammern und Gänge in ihrem Innern fast stets als ein einheitliches Ganzes betrachtet werden. Hierzu trägt sehr viel bei, daß die alten irreführenden Bezeichnungen für die verschiedenen Kammern stets noch weiter gebraucht werden. Man würde guttun, für unterirdische Kammer stets „unfertige Felskammer", für Königinnenkammer „verlassene oder aufgegebene Kammer" und für Königskammer einfach „Grabkammer" zu sagen, so würden schon dadurch die baugeschichtlichen Verhältnisse klar zum Ausdruck kommen.

Bei der zweiten Gisepyramide, der des Chaf-re, sind zwei Bauperioden zu unterscheiden. Die erste hatte eine ganz im Fels liegende Grabkammer, über der sich die Pyramide erheben sollte. Da aber für einen zweiten, größeren Entwurf, wenn er in derselben Achse geblieben wäre, die im Felsboden vertieft hergestellte Grundebene nach Norden zu nicht gereicht hätte, so wurde die Achse der Pyramide um ein Beträchtliches nach Süden verschoben und eine neue Grabkammer angelegt. Hierbei wurde auch die Anlage eines besonderen nach Süden zu ansteigenden Ganges nötig, durch den der Sarg aus der älteren in die jüngere Kammer gebracht wurde.

Die dritte Pyramide, die des Men-kew-re, hat auch ihre zwei Bauperioden, soweit sie uns hier angehen — eigentlich sind es drei. Hier war erst eine kleine Pyramide mit einer Felskammer geplant, in dem zweiten Plane wurde dann diese Kammer vertieft und vergrößert, von ihr aus von innen heraus ein neuer Zugang geschaffen, und die Pyramide selbst wesentlich vergrößert.

Damit hätten wir wohl reichlich Alles erwähnt, was man von den Pyramiden im Gedächtnis haben muß, um die Theorien der Pyramidenmystiker schnell zu durchschauen. Ein kurzes Wort müssen wir allerdings noch über den Sarg in der großen Pyramide sagen, da er in diesen Theorien eine hervorragende Rolle zu spielen verurteilt ist.

Er steht in der Grabkammer vor der Westwand noch annähernd an derselben Stelle und in derselben Nord-Süd-Richtung wie Särge in den Pyramiden dieser Zeit zu stehen pflegen, er hat auch dieselbe Form wie die Särge in den andern Pyramiden, die eines länglich rechteckigen Steintroges mit glatten Wänden. Seine innere Höhlung ist groß genug, um den Holzsarg mit der Mumie aufzunehmen. Der Verschluß war dem an ähnlichen Särgen gleich. Die Ost-, Nord- und Südwand sind nämlich innen oben ein ganz wenig schräg nach außen ausgeschnitten, so daß ein über die um die Höhe dieses Ausschnittes niedriger gelassene Westwand hinwegzuschiebender flacher Deckel in dieser dreiseitigen Unterschneidung Halt gegen Abheben nach oben finden kann. Sein Zurückziehen über die Westwand zurück wird durch drei Steinbolzen von runden Querschnitten unmöglich gemacht, die nach vollständigem Aufschieben des Deckels aus ihm in drei in der Westwand bereits vorgebohrte Löcher gefallen sind (Abb. 2).

Es ist richtig, vom Deckel wurde in der großen Pyramide keine Spur gefunden, wenigstens nach allen vorliegenden Berichten nicht, aber an der Kiste selbst ist die Unterschneidung an den drei Seiten oben deutlich, die Westseite ist um die Unterschneidungshöhe niedriger, und die drei Bohrlöcher, in die einst die Bolzen fielen, sind auch vorhanden. Es ist also, da, wenn ich so sagen darf, Scharnier und Schloßteile noch nachweisbar sind, nicht daran zu zweifeln, daß wir eine einst mit Deckel verschlossene Kiste, einen richtigen Pyramidensarg vor uns haben, kein Standard-Hohlmaß oder dem ähnliches.

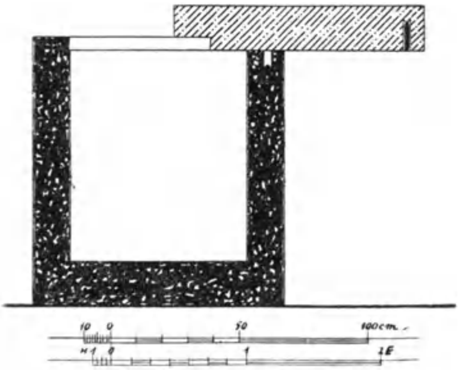

Abb. 2. Querschnitt durch den Steinsarg in der großen Pyramide bei Gise.
Der Deckel mit Fallstift ist halb zugeschoben ergänzt.

Das, was für die Pyramidentheoretiker einzig und allein an der großen Gisepyramide, der sie ohne alle Berechtigung eine Sonderstellung unter den vielen Pyramiden einräumen, von Wichtigkeit ist, sind ihre Abmessungen, sowohl die der Länge als auch die der Winkel. Um uns hierfür einen leichteren Überblick zu verschaffen, wird es zweckmäßig sein, uns zu vergegenwärtigen, wie denn die alten Ägypter diese Längen und Winkel selbst gemessen haben.

Für die Längenmessung kommt nur die ägyptische Elle in Frage, deren Gebrauch sich an jeder Pyramide, ja fast an jedem Bauwerk der Pyramidenzeit klar und einfach nachweisen läßt. Es ist eine Elle von rd. 0,525 m, wobei der durch das „rd." angedeutete Fehler äußerst gering anzusetzen ist. Die Längenbestimmung dieser Elle ist sehr einfach. Fast bei jeder Pyramide finden sich bequem meßbare Grundrißlinien, Seiten-, Kammerlängen, Gangbreiten usw., bei denen man, ohne auf Widerspruch zu stoßen, annehmen muß, daß sie in bestimmten ganzzahligen — meist runden — Ellenlängen angelegt worden sind. Hieraus kann jedesmal die Ellenlänge errechnet werden, mit der der betreffende Bauteil errichtet wurde. Selbstverständlich werden sich da stets kleine Abweichungen im Endergebnis herausstellen, da die Bauleiter, die die verschiedenen Bauteile aufrissen, nie Normalmaße, ja sicher in jedem Falle verschieden abgenutzte, wenn auch nur um Bruchteile von mm abgenutzte Ellenstäbe benutzt, auch wohl mit verschiedener Genauigkeit gearbeitet haben.. Bei Verwendung von Meßstricken, wie sie bei größeren Längen vorauszusetzen ist, kommen Ungenauigkeiten infolge von verschieden starkem Anziehen, verschiedenem Durchhängen und selbst verschiedener Luftfeuchtigkeit am Arbeitstage in Frage.

So ergibt sich aus den Maßen der „verlassenen" Kammer in der großen Pyramide[14]) — $2 \cdot (10 + 11)$ E — eine Ellenlänge von 0,52290 m, aus denen der Grabkammer[15]) — $2 \cdot (10 + 20)$ E — eine solche von 0,52404 m. An der Pyramide des Königs Ne-user-re bei Abußir, an der eine halbe Seitenlänge scharf gemessen werden konnte[16]) — 75 E — ergab sich die Elle zu 0,52507 m[17]).

Diese Elle von rd. 0,525 m wurde, wie wir auf zahlreichen erhaltenen Maßstäben[18]), allerdings aus späterer als der Pyramidenzeit, sehen, in 7 Handbreiten, also jede von rd. 0,075 m, geteilt, jede Handbreite wieder in 4 Finger, rd. 0,019 m. Wir wollen im folgenden diese Maße mit E, H und F bezeichnen und stets im Gedächtnis behalten, daß sie durch folgende Doppelgleichung untereinander verbunden sind:

$$1\,\mathrm{E} = 7\,\mathrm{H} = 28\,\mathrm{F}.$$

Es darf hier natürlich nicht verschwiegen werden, daß nach den Inschriften auf den soeben erwähnten Ellenstäben es auch noch andere ägyptische Maße gibt, so eine kleine Elle von nur 6 Handbreiten — rd. 0,450 m —, eine große und eine kleine Spanne von $3^1/_2$ bzw. 3 Handbreiten — rd. 0,263 bzw. 0,225 m — und andere. Diese Maße gehen uns hier aber nichts an. An den Bauten der Pyramidenzeit ist bisher nur die Elle von rd. 0,525 m nachweisbar gewesen, wir haben es also nur mit dieser zu tun[19]).

Erfreulicherweise sind wir nun auch mit der altägyptischen Art der Winkelmessung, wenigstens soweit sie für die Pyramiden in Frage kommt, ganz gut vertraut. Ich muß allerdings gestehen, daß ich nicht weiß, wie die Alten einen horizontal liegenden Winkel gemessen haben, dafür wissen wir aber genau, wie sie einen Vertikalwinkel bestimmten, und das ist für uns, da wir von Böschungswinkeln an Pyramiden sprechen, das einzig wesentliche von Winkelbestimmung. In dem berühmten mathematischen Papyrus des Britischen Museums[20]), der auf eine Vorlage aus dem mittleren Reiche — rd. aus dem Jahre 1820 v. Chr. — zurückgeht, sind die nicht ganz fehlerlosen Abschriften von fünf Aufgaben[21]) erhalten, in denen aus zwei gegebenen Größen einer Pyramide eine dritte Größe berechnet wird, entweder aus Grundkante und Höhe der Böschungswinkel der Seitenfläche oder aus Grundkante und Böschungswinkel die Höhe. Neben den Text jeder Aufgabe ist eine Pyramide mit beigeschriebenen Maßzahlen gezeichnet. Die Aufgaben geben nun die folgenden Abmessungen:

			Grundkante	Höhe	Böschungswinkel
Aufgabe	56:	Pyramide von	360 E	250 E	$5^1/_{25}$ H
„	57:	„ „	140 E	$93^1/_3$ E	$5^1/_4$ H
„	58:	„ „	140 E	$93^1/_3$ E	$5^1/_4$ H
„	59:	„ „	12 E	8 E	$5^1/_4$ H
„	60:	„ „	15 E	30 E	4 (!)

Die unterstrichenen Angaben sind jedesmal die aus den beiden anderen errechneten Ergebnisse.

Die Aufgabe 56 z. B. lautet: wie groß ist der Böschungswinkel einer Pyramide, deren Grundkante 360 E und deren Höhe 250 E ist? Das Ergebnis würde nach unsern neuzeitlichen Begriffen ein in Graden und Minuten ausgedrückter Winkel — nämlich 54° 14,8′ — sein müssen, hier steht aber dafür eine Länge: $5^1/_{25}$ Handbreiten. Aus den recht ausführlichen Ausrechnungen zu diesen Aufgaben ergibt sich, daß zu diesen $5^1/_{25}$ H, wie zu erwarten war, noch eine andere Länge als Vergleichsbasis hinzuzudenken ist, nämlich 1 E = 7 H. $5^1/_{25}$ H bedeutet also eigentlich $5^1/_{25}$ H : 7 H. Der Winkel wird durch zwei rechtwinklig zueinander stehende Längen bestimmt, von denen die eine stets dieselbe feste Größe — 7 H — ist. Der alte Ägypter bezeichnet also die Böschungswinkel nicht nach Graden, sondern nach einer Winkelfunktion, und zwar nach der, die unsere Trigonometrie unter dem Namen der Kotangente — cotg — kennt. Lassen wir aber diese schwierigen Begriffe beiseite, so können wir einfacher dafür sagen: die Ägypter gaben zur Bezeichnung eines Böschungswinkels den Rücksprung an, den die Böschung auf 1 E Steigung hat. Eine Böschung von $5^1/_{25}$ H ist danach eine solche, die auf 1 E Steigung $5^1/_{25}$ H Rücksprung hat.

Petrie[22]) hat vor Jahren ohne Kenntnis der hier besprochenen Aufgaben und ihrer richtigen Erklärung behauptet, daß die Pyramidenböschungen so bestimmt worden seien, daß Rücksprung zu Steigung immer im Verhältnis einfacher ganzer

Zahlen steht. Das ist in dieser Fassung nicht richtig. Selbstverständlich ergibt das Verhältnis $5^1/_{25}$ H : 7 H einen Bruch, bei dem Zähler und Nenner ganzzahlig sind, nämlich $^{18}/_{25}$, aber man wird doch nicht gerade behaupten können, daß diese beiden Zahlen ein besonders einfaches Verhältnis darstellen. Das mag bei manchen Böschungen, wie bei $5^1/_4$ H : 7 H = $^3/_4$, der Fall sein, aber nicht durchgehend bei allen. Das Grundlegende ist vielmehr stets, daß der Rücksprung bei einer Elle Steigung sich irgendwie durch das ägyptische Maßsystem ausdrücken läßt.

Damit hat der Ägypter eine sehr große Mannigfaltigkeit erreicht. Er kann Böschungen vorausbestimmen, bei denen der Rücksprung ganze Handbreiten und deren Bruchteile sein soll, aber er kann auch noch weitergehen und Handbreiten, Finger und deren Bruchteile zur Bestimmung benutzen. Allerdings ist er in der Wahl der Bruchteile beschränkt, denn er kennt nur Einheitsbrüche, d. h. Brüche mit dem Zähler 1, wie z. B. $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$ usw., die er aber auch zusammensetzen kann, z. B. $^1/_4 + {}^1/_8$, unser $^3/_8$. Daneben gebraucht er noch als einzige Brüche, die nicht Einheitsbrüche sind: $^2/_3$ und $^3/_4$, d. h. die Einheit weniger einem Einheitsbruch, $1-{}^1/_3$, $1-{}^1/_4$. Es sind also recht viele Teilungsmöglichkeiten, die ihm zu Gebote stehen, und daß er davon zur Erzielung von kleinen Winkelunterschieden Gebrauch macht, sahen wir an der Aufgabe 56 oben, in der der Rücksprung bis auf die Kleinigkeit von $^1/_{25}$ H — 3 mm — genau ausgerechnet wird.

Die Zahlen in den Aufgaben lehren uns noch einiges mehr, was für die Beurteilung der Pyramidentheorien zu wissen ganz nützlich sein kann: die Grundkanten bei den größeren Pyramiden sind runde Zahlen, die Höhen aber brauchen nicht einmal ganzzahlig zu sein. Ich schließe daraus weiter, daß für die alten Baumeister das eigentlich Bestimmende an einer Pyramide die Grundkante und der Böschungsrücksprung waren, alles andere, wie Höhe, Kantenwinkel usw., ergab sich von selbst und war daher für den Entwurf unwesentlich. Man mußte wohl die Höhe ausrechnen können, um sie vielleicht bei Materialberechnungen zu benutzen, aber nachmessen konnte sie niemand.

Einer der neueren Pyramidentheoretiker[23]), und nicht gerade der unkritischste von ihnen, hat ganz richtig gesehen, daß in den soeben besprochenen Pyramidenaufgaben des Londoner mathematischen Papyrus die Widerlegung aller Pyramidentheorien klar enthalten ist. Er muß also, da er doch nun einmal in seinen Theorien befangen ist, den Sinn der Aufgaben umzudeuten versuchen und tut dies, indem er alte Eisenlohrsche[24]), von Kantor[25]) weitergegebene Irrtümer wiederholt, trotzdem sie schon mehrfach[26]) widerlegt worden waren. Es ist also wohl nicht nötig, diese Irrtümer bis ins einzelne nochmals zu widerlegen. Aber zu zwei Argumenten möchte ich doch noch ein Wort sagen.

Daß Aufgabe 60 keine andere Deutung zuläßt wie die oben gegebene, ist bisher von niemand bestritten worden. Da aber in dieser Aufgabe für „Pyramide", „Grundkante" und „Höhe" andere Ausdrücke gebraucht sind als in den Aufgaben 56 bis 59, so müsse auch die „Böschung", die in allen Aufgaben nur eine Bezeichnung hat, in Aufgabe 56 bis 59 etwas anderes sein wie in Aufgabe 60. Nein, außer den zwei hier vorkommenden Worten für „Grundkante" und „Höhe" gibt es, wie ein neuerdings erst bekanntgewordener mathematischer Papyrus in Moskau[27]) lehrt, für diese Begriffe in der ägyptischen Mathematik noch mehr Worte. Die ägyptische Wissenschaft war noch weit entfernt von der Genauigkeit Späterer, die für jeden Begriff stets ein und dasselbe Wort verwenden. Ich würde aus der Verschiedenheit der Worte für die gleichen Begriffe höchstens schließen, daß der Schreiber des Papyrus die Aufgabe 60 aus einer anderen Quelle hatte als die Aufgaben 56 bis 59[28]).

Dann wird, da der von ihm angegebene Böschungswinkel des unteren Teiles der Knickpyramide von Dahschur — 54° 14′ 46″ — ganz genau mit dem aus Aufgabe 56 ermittelten von $5^1/_{25}$ H übereinstimmt, Perring unterstellt, er habe seine Beobachtungen „modifiziert". Das setzt doch voraus, daß Perring irgendwelche Theorien hatte, denen zu Liebe er modifizierte. Von solchen ist aber bei Perring hier jedenfalls nichts zu finden. Die altägyptische Art, Winkel zu bestimmen, mit der Perrings Messung so genau übereinstimmt, ist erst beinahe ein halbes Jahrhundert nach der Messung bekanntgeworden, daraufhin wird also Perring doch wohl nicht modifiziert haben. Daß diese Perringsche Messung so genau stimmt, liegt vielmehr daran, daß die Böschung des unteren Teiles der Knickpyramide von allen am besten zu messen ist. Hier steht nämlich die Bekleidung gut erhalten noch in einer Schräge von rd. 43 m!

Eins vergessen übrigens diejenigen, welche die Aufgaben des Londoner mathematischen Papyrus umdeuten möchten, vollständig: Wir haben von den Bauleuten aufgerissene Lehren für Böschungsanlagen, die genau nach den Vorschriften der hier behandelten fünf Aufgaben und nach der ihnen von uns gegebenen Erklärung ausgeführt sind: vier solche Lehren sind bei einem Grabe bei Meidum[29]), weitere an der Futtermauer des Grabdenkmals Königs Ne-user-re bei Abusir[30]) gefunden worden. Danach wird niemand mehr bestreiten können, daß die Ägypter Böschungen durch Angabe des Rücksprungs auf eine Elle Steigung bestimmten.

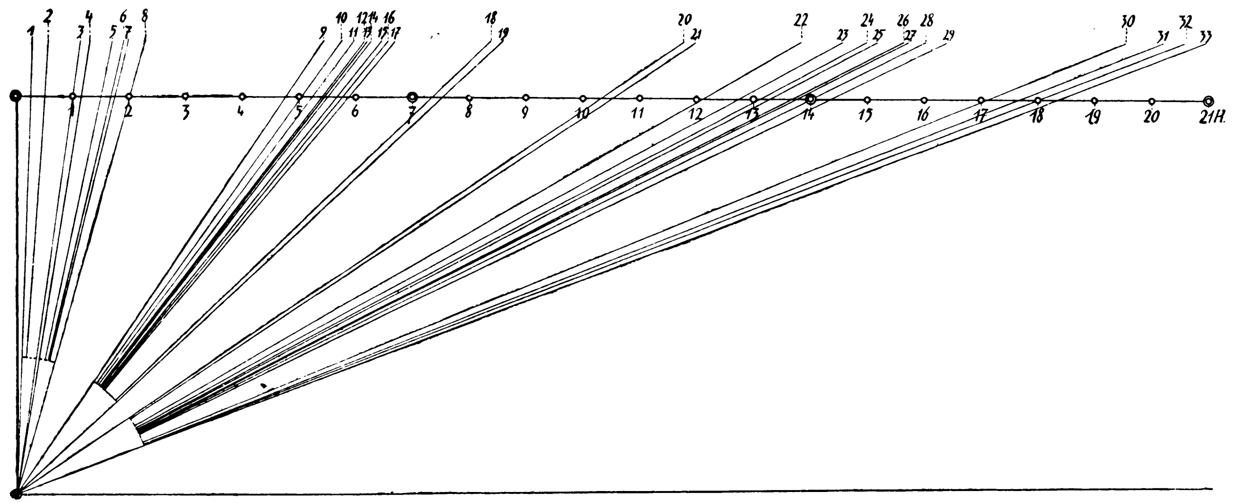

Abb. 3. Einige Wand-, Mastaba-, Pyramidenböschungen und Gangschrägen nach altägyptischer Art gemessen.
Die Zahlen an der Wagerechten (1 bis 21 H) geben das Böschungs- bzw. Schrägenmaß, z. B. bei Böschung 14: $5^1/_2$ H Rücksprung (auf 1 E Steigung).
Die Zahlen über den einzelnen Böschungen bzw. Schrägen verweisen auf die auf S. 15 und 16 folgende Zusammenstellung.

Um die große Verschiedenheit zu zeigen, mit der die alten Baumeister der Pyramidenzeit die Böschungen ihrer Bauwerke anlegten, sind in der vorstehenden Skizze (Abb. 3), zu der man auch die später (S. 15 und 16) folgende Zusammenstellung vergleichen möge, eine Anzahl, bei weitem nicht alle, Böschungen und Schrägen so gezeichnet, daß man ihren Winkel sowohl nach alter wie nach unserer Art ablesen kann. Dabei sind nicht nur Pyramidenböschungen, sondern auch Mauerschrägen, Mastababöschungen und Gangschrägen berücksichtigt.

Ganz links, das nur wenig von der Senkrechten abweichende Strahlenbüschel gibt Mauerschrägen, die an königlichen Grabdenkmälern der 5. Dynastie[31]) gemessen wurden. Das nächste Strahlenbüschel nach rechts zu gibt Böschungen von Mastabas nach Petrieschen Messungen[32]). Man sieht daraus, daß die von Petrie angenommene Mastababöschung von 1 : 4 — nach altägyptischer Bezeichnung eine Böschung von $1^3/_4$ H — nicht die allein vorkommende ist. Sie ist aber bei weitem die häufigste.

Weiter nach rechts folgt das Strahlenbüschel der Pyramidenböschungen, es sind solche von 4 H 3 F bis 7 H 2 F[33]), wofür man, da ja 1 H = 4 F ist, natürlich auch $4^3/_4$ H bis $7^1/_2$ H setzen könnte. Es wird für den weiteren Verlauf unserer Besprechung gut sein, wenn man sich hier schon merkt, wie mannigfaltig die Alten die Pyramidenwinkel angelegt haben.

Das am weitesten nach rechts verlaufende Strahlenbüschel gibt noch einige Schrägen von Gängen aus dem Innern von Pyramiden.

Was hier der schnelleren Übersicht wegen zeichnerisch dargestellt ist, wird in den folgenden Zusammenstellungen auch noch einmal zahlenmäßig gegeben, wobei auch die neuzeitliche Messung sowie zur Beurteilung der Zuverlässigkeit der Name des dafür Verantwortlichen gegeben ist. Rechts daneben steht dann die aus der neuzeitlichen Winkelmessung zu erschließende alte Messung in Handbreiten unter Hinzufügung des dieser alten Messung genau entsprechenden Winkels.

Bei der Liste der Pyramidenböschungen ist auch die Angabe der Längen ihrer Grundkanten gegeben, wenn diese auch in unserer weiteren Besprechung keine so wesentliche Rolle spielen werden wie die Böschungswinkel. Auf eine Angabe der Pyramidenhöhen konnte verzichtet werden, da sie aus Grundkante und dem Böschungswinkel, wenn man ihn nach alter Art bestimmt, stets leicht ohne Anwendung trigonometrischer Funktionen berechnet werden können, denn, wie wir oben sahen, steckt ja in der alten Messungsart schon das, was wir heute eine trigonometrische Funktion nennen, und zwar gerade die, die man zur Berechnung der Höhe braucht.

Nr.	Ort und Bau	gemessen von	Böschung			
			Mauern:			
	Abu Gurab, Sonnenheiligtum					
1	Umfassungsmauer innen .	Borchardt	—	—	1 F(?)	87° 57,3′
2	Umfassungsmauer außen .	″	—	—	2 F	85° 54,8′
3	Torbau vorn . .	″	—	—	1 H	81° 52,2′
3	Aufgangwände außen	″	—	—	1 H	81° 52,2′
3	Abusir, Tempel, Außenwände. .	″	—	—	1 H	81° 52,2′
			Mastabas:			
	Gise,					
4	zw. Gr. 37 u. 40	Petrie	80° 57′ ± 15′	1,115 H*)	1 H 1/2 F	80° 52,2′
5	″ 17	″	78° 3′ ± 1°	1,482 H	1 H 2 F	77° 54,3′
6	″ 18	″	76° 30′ ± 1°30′	1,681 H	1 2/3 H	76° 36,6′
7	″ 44	″	76° 0′ ± 5′	1,745 H	1 H 3 F	75° 57,8′
7	″ 14	″	75° 36′ ± 25′	1,796 H	1 H 3 F	75° 57,8′
7	zw. ″ 37 u. 40	″	75° 34′ ± 5′	1,802 H	1 H 3 F?	75° 57,8′?
7	″ 37	″	75° 15′ ± 25′	1,843 H	1 H 3 F?	75° 57,8′?
8	″ 49	″	74° 55′ ± 1°20′	1,887 H	2 H	74° 3,3′
8	″ 45	″	74° 4′ ± 40′	1,998 H	2 H	74° 3,3′
			Pyramidengänge:			
20	Gise Pyr. 8	Vyse	34° 5′	10,345 H	10 1/3 H	34° 6,9′
21	″ ″ 7	″	33° 35′	10,543 H	10 H 2 F	33° 41,4′
22	″ ″ 6	″	30°	12,124 H	12 H 1/2 F	29° 59,9′
23	″ ″ 9	″	28° 50′	12,715 H	12 H 3 F	28° 46,1′
23	Meidum	Petrie	28° 48′	12,733 H	12 H 3 F	28° 46,1′
24	Gise Pyr. 9	Vyse	28°	13,165 H	13 H 1/2 F	28° 4,4′
25	Dahschur Rote Pyr.	Perring	27° 56′	13,202 H	13 H 1 F	27° 50,8′
26	Gise Pyr. 5	Vyse	27° 12′	13,621 H	13 2/3 H	27° 7,3′
27	″ ″ 4	″	27°	13,740 H	13 H 3 F	26° 58,8′
28	″ ″ 8	″	26° 35′	13,989 H	14 H	26° 34,1′
28	″ ″ 1	Petrie	26°31′23″±5″?	14,026 H	14 H	26° 34,1′
29	″ ″ 3	Vyse	26° 2′	14,331 H	14 1/3 H	28° 1,8′
30	″ ″ 2	″	22° 15′	17,110 H	17 H 1/2 F	22° 14,0′
31	″ ″ 2	″	21° 40′	17,620 H	17 2/3 H	21° 36,9′
32	″ ″ 4	″	21° 14′	18,016 H	18 H	21° 15,0′
33	″ ″ 2	″	20° 50′	18,395 H	18 1/3 H	20° 53,7′

*) Die Fehlergrenzen aus der vorhergehenden Spalte sind in dieser nicht mitumgerechnet. Für die Beurteilung der Richtigkeit genügt der Vergleich der beiden Spalten mit den neuzeitlichen Winkelangaben.

Nummer	Ort und Erbauer		gemessen von	Böschung					Seiten		

Pyramiden:

Nummer	Ort	Erbauer	gemessen von	Böschung	±					Seiten	
9	Abuṣir	Sahu-re Königin	Borchardt	—		—	4 H 3 F	55° 50,4′	rd.	15,750 m	30 E
10	Dahschur	? (Knickpyramide, unten) .	Perring	54° 14′ 46″		5,039 H	$5^{1}/_{25}$ H	54° 14,8′		187,960 „	360 E
11	Abuṣir	Nefer-ir-ke-re	Borchardt	53° 30′		5,179 H	5 H 1 F	53° 7,8′	rd.	105,000 „	200 E
11	Gise	Chaf-re	Petrie	53° 10′	±4′	5,243 H	5 H 1 F	53° 7,8′		215,257 „	410 E
11	„	„ Königin	Hölscher	53°		5,275 H	5 H 1 F	53° 7,8′	rd.	21,000 „	40 E
12	„	Men-kew-re Kgin. (Pyr. 5)	Vyse	52° 15′		5,420 H	5 H $1^{2}/_{3}$ F	52° 16,0′		—	—
13	„	Chufu Königin (Pyr. 9) .	Petrie	52° 11′	±8′	5,433 H	5 H $1^{3}/_{4}$ F	52° 9,6′		—	—
14	Abuṣir	Ne-user-re	Borchardt	52°		5,469 H	5 H 2 F	51° 50,6′		78,766 „	150 E
14	Meidum	Snefru	Petrie	51° 52′		5,495 H	5 H 2 F	51° 50,6′		144,328 „	275 E
14	Gise	Chufu	„	51° 50′ 40″	±1′ 5″	5,499(75) H	5 H 2 F	51° 50,6′		230,348 „	440 E
15	„	Men-kew-re	„	51° 0′	±10′	5,685 H	$5^{2}/_{3}$ H	51° 0,5′		105,502 „	200 E
16	Abuṣir	Sahu-re	Borchardt	50° 30′		5,770 H	5 H 3 F	50° 35,9′	rd.	78,750 „	150 E
17	Dahschur	? Königinpyramide . . .	Perring	50° 11′ 41″		5,844 H	5 H $3^{1}/_{2}$ F	49° 59,6′		—	—
18	„	Snefru	„	43° 36′ 11″		7,350 H	$7^{1}/_{3}$ H	43° 40,1′		—	—
19	„	? (Knickpyramide, oben) .	„	42° 59′ 26″		7,506	7 H 2 F	43° 1,5′		—	—

Namentlich auf die Zusammenstellung der Pyramidenböschungen werden wir noch zurückkommen müssen.

Bei der Verschiedenheit der vorkommenden Böschungen und bei der häufigen Notwendigkeit, Böschungsmessungen vorzunehmen, war es nur natürlich, daß wir bei den deutschen Grabungen den Umweg über Winkelmessung und Logarithmentafel zu vermeiden suchten. Man hatte sich daher ein handliches Instrument erdacht und ausführen lassen, das man nur an die zu messende Böschung anlegen brauchte, um dann daran die Böschung nach der alten Art — in H und F — gleich ablesen zu können. Es gibt übrigens auch im Museum zu Kairo ein altes Instrument, wohl aus dem neuen Reiche, das dazu gedient hat, steile Mauerböschungen richtig anzulegen.

Über die Art, wie die Alten die Pyramidenmaße bestimmten, wären wir nun zur Genüge unterrichtet, jetzt wird es notwendig sein, uns auch ein Bild davon zu machen, wie denn die Neueren die Maße der Pyramiden festgestellt haben, um die Genauigkeit dieser Arbeiten und die Zuverlässigkeit ihrer Ergebnisse richtig beurteilen zu können.

Die Fälle, in denen Pyramidengrundkanten oder Böschungswinkel ohne jede Schwierigkeit gemessen werden können, sind im Verhältnis zur Zahl der Pyramiden ganz wenige. Ich kenne nur die Pyramide des Königs Ne-user-re und einige Königinnenpyramiden, bei denen man die Grundkante klar durchmessen kann. Böschungswinkel gar sind nur klar zu messen, wenn ein genügend hohes Stück der Bekleidung möglichst unverwittert erhalten ist. Daher sind die Böschungen, z. B. der Knickpyramide bei Dahschur, der zweiten Pyramide bei Gise und die einiger Königinnenpyramiden, sehr gut zu messen; etwas weniger gut, da die Bekleidung in weniger hohen Stücken erhalten ist, sind z. B. die Böschungen der zweiten Pyramide des Snefru bei Dahschur und die der großen Pyramide bei Gise zu bestimmen, aber auch bei diesen sind bei sorgfältigem Vorgehen die Ergebnisse noch gut.

Denn das ist noch sehr wesentlich: die Sachkenntnis und Sorgfalt desjenigen, der die Messung ausführt. Die Fehler der Alten, die in jedem Falle in der Bauausführung stecken, sei es, daß sie durch ungenaue Maßstäbe oder unsorgfältiges Messen der Bauleitenden oder durch schlechte Arbeit der ausführenden Handwerker hineingebracht worden sind, können wir nicht ausgleichen, aber neue Messungsfehler müssen wir durch möglichste Ausschaltung methodischer, instrumentaler und persönlicher Fehler zu vermeiden suchen. Wie es damit steht, wird ein kurzer Überblick über die lange Geschichte der Messung der großen Pyramide bei Gise zeigen.

Die Genauigkeit der verschiedenen Angaben der alten griechischen und römischen Schriftsteller über die Länge der Grundkante der Pyramide, bei denen auch zu berücksichtigen ist, daß wir ihre Maße nicht genau genug in unsere übertragen können, ist nicht gerade groß gewesen, ebenso steht es mit den späteren Angaben arabischer und europäischer Schriftsteller, von denen keiner wegen des hoch um die Pyramide liegenden Schuttes eine der Grundkanten wirklich messen konnte. Erst die Gelehrten der französischen Expedition glaubten das genaue Maß gefunden zu haben. Sie legten 1801 an den beiden Ecken der Nordseite je eine rechteckige Vertiefung im Fels[34]) frei, von denen sie angaben, daß darin die Ecksteine der untersten Bekleidungsschicht gesessen hätten. Zwischen den Außenkanten dieser „Ecklöcher" maßen sie die Grundkanten der Pyramide: 232,747 m. Die sehr eingehenden Messungen von Vyse und Perring 1837 brachten methodisch für diese Ermittlung nichts Neues, ebensowenig wie die von Piazzi Smyth 1865, nur daß während dessen Anwesenheit die Löcher an allen vier Pyramidenecken freigelegt wurden, nach denen nun ihr Entdecker Inglis die Seitenlänge mit i. D. 231,394 m maß. Von derselben Idee, daß die Ecken der Ecklöcher und die Ecken der Pyramide ortsgleich gewesen wären, gingen nach diesen noch andere aus, bis schließlich Petrie 1882 dahinter kam, daß die Böden der Ecklöcher nicht unbeträchtlich — zwischen 0,585 und 1,015 m — unter der Oberkante des von Vyse 1837 aufgedeckten Pflasters vor der Nordseite liegen[35]). Er nimmt daher an, daß die vier untersten Ecksteine der Bekleidung zwar mit ihren richtigen Kanten bearbeitet in diesen Ecklöchern gesessen haben, aber erst oberhalb des gegen sie mit schräger Fuge anstoßenden Pflasters sichtbar geworden seien[36]). Damit glaube er, die Lagen der Pyramidenecken ermittelt zu haben. Gegen Petries Wiederherstellungsversuch der Eckkonstruktion (Abb. 4, linke obere Ecke) muß aber der Techniker schwere Bedenken erheben.

Die Kante des im spitzen Winkel gegen die Bekleidung stoßenden Pflasters würde bald durch Verkehrslast, vielleicht schon beim Sichsetzen, abplatzen, das von der Bekleidung ablaufende Regenwasser, für dessen unschädliche Abführung die Pyramidenerbauer stets Sorge trugen[37]), würde unter das Pflaster dringen und endlich widerspricht die Petriesche Annahme der von Vyse festgestellten Ausführung unter der Mitte der Nordseite. Dort greift nämlich das Pflaster unter die Bekleidung. Ich komme daher zu einer anderen, dem Befunde an anderen Pyramidenkanten[38]) entsprechenden Rekonstruktion der fraglichen Ecke. Die Kantensteine haben nämlich in ihrem Oberlager nach einem breiten Außenrand im

Innern eine Ausarbeitung von 1 bis 2 cm Tiefe, in die der nächst höhere Block mit einem entsprechenden Vorsprung seines Unterlagers eingreift; die Ägypter müssen wohl gedacht haben, daß eine Pyramidenkante einem Schub in der Richtung der Grundrißdiagonale nach außen ausgesetzt ist, oder daß die Ecksteine leichter gewaltsam herausgebrochen werden können als die in der Fläche liegenden Bekleidungssteine. Führen wir nun das eben beschriebene Konstruktionsprinzip auch beim untersten Eckblock durch (Abb. 4), so ist in der unter ihm liegenden Pflasterplatte auch eine Vertiefung anzunehmen, in die der schwache Vorsprung im Unterlager des Eckblocks eingreift. Die Pflasterplatte selbst wäre gegen Verschieben durch Eingreifen in den Fels unter ihr gesichert, während die an sie anstoßenden Pflasterplatten nur auf dem Fels liegen und daher weniger dick sind. So scheint mir die Konstruktion der Ecken der großen Pyramide gewesen zu sein[39].

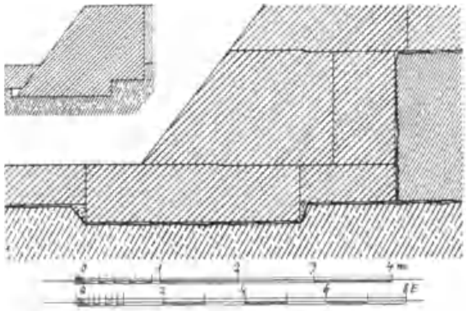

Abb. 4: Rekonstruktion der Nordost-Ecke der Bekleidung der großen Pyramide bei Gise, Ostwest-Schnitt.

In der linken oberen Ecke in halber Größe der Hauptzeichnung Ergänzung eines Bekleidungsecksteins in einem „average corner socket" nach Petrie, Pyramids and temples of Gizeh, Bl. 11.

Da die Petriesche Rekonstruktion der Kritik nicht standhält und bei der meinen die Lage der Pyramidenecke aus der Größe des Eckloches nicht bestimmt werden kann, so werden wir also die genauen Lagen der Pyramidenecken, aus denen wir die Längen der Grundkanten ableiten wollten, auch auf diese Weise nicht ermitteln können.

Es bleibt also nur übrig, Lage und Richtung der Kanten selbst zu suchen. 1837 hatte bereits Vyse an der Nordseite ein kurzes Stück der untersten Bekleidung gefunden, 1882 ermittelte Petrie[40]) an den übrigen drei Seiten tief im Schutt auch kurze Stücke davon oder wenigstens ihre Standspuren. Er hat dann je einen der so ermittelten Punkte der Grundkante an jeder Seite in seine trigonometrische Vermessung des Pyramidenfeldes mitaufgenommen[41]), allerdings nicht als Hauptdreieckspunkte, sondern als sekundäre, was die Fehlermöglichkeiten erhöht hat. Aber selbst wenn wir diese vier Punkte ganz genau festgelegt hätten, ständen wir immer noch vor einer ungelösten oder vielmehr unlösbaren Frage. Wir hätten nämlich durch diese vier Punkte die vier Seiten des Quadrats der Grundfläche zu legen, falls diese Grundfläche ein genaues Quadrat war, was sicher nicht der Fall gewesen ist. Ein wirklich genaues Ergebnis werden wir also auch so nicht erhalten und konnte also auch Petrie bei seinen damaligen Messungen und Berechnungen nicht bekommen. Seine Werte[42]) für die vier Seiten, die zwischen 230,320 und 230,365 m mit dem Durchschnittswerte von 230,348 m liegen, können also nur als die besten bisher erreichten Näherungswerte gelten.

Heute könnte man die Bestimmung schon genauer machen. 1909 hat nämlich ein Amerikaner, der sich Covington-Dow nannte, die an die Vyseschen Bekleidungssteine nach Westen anschließenden Blöcke — im ganzen 19 — freigelegt, so daß man heute die Richtung und Lage der Nordkante einwandfrei feststellen kann. Man braucht also nur durch Rechnung festzustellen, wo die beiden Lote von den von Petrie festgelegten Punkten der Ost- und Westkante auf die Nordkante auftreffen. Die Länge zwischen den beiden Festpunkten der Lote wäre die Länge der Grundkante, vorausgesetzt, daß die Winkel an der Nordost- und und Nordwest-Ecke der Pyramide genau rechte Winkel waren. Aber diese Ermittlungen sind bisher noch nicht gemacht worden. Die Hoffnung, daß in absehbarer Zeit einmal an anderen Seiten längere Stücke der Grundkanten freigelegt werden, und so auch etwaige Ungenauigkeiten im Grundriß festzustellen wären, ist gering. Einige Pyramidentheoretiker werden dies vielleicht bedauern. Für die Wissenschaft hätte eine genaue Messung aller vier Pyramidengrundkanten nur den Wert, daß sie noch besseres Material für die Bestimmung der ägyptischen Elle ergäbe.

Die Bestimmung des Böschungswinkels der Pyramide ist für die Pyramidentheoretiker das wichtigste. Die erste Messung konnte erst 1837 von Vyse[43]) vorgenommen werden, als er den ersten noch in situ befindlichen Bekleidungsblock an der Nordseite freigelegt hatte. Er gibt 51° 50′ an. Petrie[44]) wiederholte die Messung 1880 bis 1882 auf verschiedenste Weise und gibt schließlich als beste Annäherung für die Böschung aller Seiten 51° 52′ mit einem Fehler von ± 2′ an[45]).

Er berücksichtigt aber dabei eine Anzahl recht schlechter Werte, die ihm sein Endergebnis nur ungenau machen. Sein Durchschnitt[46]) für die Nordböschung — 51° 50′ 40″ ± 1′ 5″ — ist jedenfalls sicherer. Das entspräche nach altägyptischer Art ausgedrückt einer Böschung von 5,499(75) H ± 0,003(63) H. Mir scheint, daß man sich nicht weiter bemühen braucht, hier durch neue Messungen etwa noch größere Annäherung zu erreichen. Die von Petrie gefundene Angabe entspricht mit einer Abweichung von nur 5″ — 0,000(25) H — einer Böschung von $5^1/_2$ Handbreiten Rücksprung auf eine Elle Steigung.

Für die jetzt folgenden Betrachtungen brauchen wir nur diese letzten Zahlen für den Böschungswinkel im Gedächtnis zu behalten. Die Winkelbestimmung genügt für fast alle Pyramidentheorien, jedenfalls für die Hauptgruppen derselben. Von dem Böschungswinkel allein hängen die Verhältnisse der Pyramiden ab, und mit diesen arbeiten die Pyramidentheoretiker.

Überblicken wir nun in der oben gegebenen Zusammenstellung und der dazu gehörigen Skizze (Abb. 3) die verschiedenen Böschungswinkel und versuchen irgendeine Erklärung für ihre Verschiedenheit zu finden, so werden wir bald zu dem Schlusse kommen: die einzige Erklärung für den Wechsel in den Böschungswinkeln, d. h. in den Verhältnissen der Pyramiden ist die Willkür, der verschiedene Geschmack der Architekten oder der königlichen Bauherren. Ebensowenig wie die Ägypter in älterer Zeit bestimmte Verhältnisse für ihre Säulen annahmen, ebensowenig haben sie in dieser Zeit mit bestimmten Pyramidenverhältnissen gearbeitet.

Man könnte annehmen, König Chufu sei bei der Wahl der Verhältnisse seiner Pyramide auf die der ersten Pyramide des Königs Snefru zurückgekommen, ebenso wie das viel später auch noch König Ne-user-re tat, aber damit hätten wir immer noch keine Erklärung für die von Snefru getroffene Wahl, die wieder von der anderer Könige verschieden war. Wir können eben nur feststellen, daß es bestimmte Pyramidenverhältnisse nicht gab, daß jeder König sie nach seinem Belieben wählte, und daß dabei gelegentlich auch ein Bauherr einmal Verhältnisse ausführen ließ, die sich bei einem andern schon bewährt hatten.

Vielleicht hat der Architekt sich auch bei der Wahl der Verhältnisse für die große Pyramide von Gise das Rechnen leicht machen wollen, indem er in $5^1/_2$ H bzw. 5 H 2 F für F je 10 E setzte, was ihm dann eine Pyramidenseite von 440 E und eine Höhe von 280 E — d. h. 1 E = 28 F · 10 — ergab.

Jedenfalls hat er aber durch diese Wahl von $5^1/_2$ H Rücksprung auf 1 E Steigung ein von ihm sicher nicht beabsichtigtes Unglück angerichtet. Er hat durch diese Wahl die Pyramidentheorien ermöglicht, womit aber nicht gesagt sein soll, daß die Pyramidentheoretiker, wenn der alte Baumeister andere Verhältnisse ebenso willkürlich wie diese gewählt hätte, nun nicht für diese auch wieder andere, vielleicht noch schönere Theorien gefunden hätten.

Die Böschung von $5^1/_2$ H liegt nämlich ganz dicht eingeschlossen zwischen zwei anderen, an sich gar nicht weiter merkwürdigen Böschungen, die es den Pyramidentheoretikern angetan haben. Ich will sie der Kürze wegen die π-Böschung und die Goldene-Schnitt-Böschung nennen.

Denken wir uns eine Pyramide, deren vier Grundkanten zusammen gleich dem Umfange eines Kreises mit der Pyramidenhöhe als Radius wären[47]), so würde ihre Böschung, die wir — da ja das Verhältnis von Kreisumfang zu Durchmesser mit π bezeichnet wird — „π-Böschung" nennen wollen, nur ganz wenig steiler sein als die $5^1/_2$ H-Böschung. Anderseits würde eine Pyramide, in der die halbe Grundkante zur Höhe der Seitenfläche sich verhielten wie diese Höhe zur Summe der Höhe der Seitenfläche und der halben Grundkante, also eine Pyramide, in der die halbe Grundkante die kleinere und die Höhe der Seitenfläche die größere Strecke einer nach dem Goldenen Schnitt geteilten Länge wären[48]), eine solche Pyramide, deren Böschung wir „G. S.-Böschung" nennen wollen, würde nur ganz wenig flacher geböscht sein als $5^1/_2$ H.

Die $5^1/_2$ H-Böschung liegt also, wie oben gesagt, ganz dicht zwischen der π-Böschung und der G. S.-Böschung eingeschlossen. Wie dicht, wird die hier gegebene Zusammenstellung deutlich machen.

	π-Böschung	$5^1/_2$ H-Böschung	G. S.-Böschung
Böschungswinkel, neuzeitl. gemessen	51° 51,2′	51° 50,6′	51° 49,6′
Böschungswinkel, altägypt. gemessen	5,4979 H	5,5000 H	5,5032 H
Grundkanten bei 280 E Höhe	439,82 E	440 E	440,24 E
Unterschied d. Grundkanten an jeder Ecke	—4,725 cm	0	+ 6,300 cm

Die Skizze (Abb. 5) gibt in $^2/_3$ natürlicher Größe noch die Lage der Grundkanten, wenn die drei verschiedenen Böschungen sich an einer Pyramide von 280 E = 147,000 m Höhe befänden. Man sieht, wie nahe die $5^1/_2$ H-Böschung von den andern beiden eingeschlossen sind.

Das ist natürlich nur Zufall. Herschel, der englische Astronom, der sich zu mehreren Malen[49]) mit Pyramidentheorien befaßt hat, weist[50]), als Taylor, der Vater der englischen Pyramidentheorien, gleichzeitig die π- und die G. S.-Böschung als beabsichtigt ausgibt, mit vollem Recht darauf hin, daß der nahe Zusammenfall der beiden Böschungen ein reiner Zufall, „purely accidental“, ist. Er hätte, wenn er die altägyptische Art der Winkelbestimmung schon gekannt hätte, auch ebenso behaupten müssen, daß das enge Aneinanderliegen der $5^1/_2$ H=Böschung mit den beiden andern reiner Zufall ist.

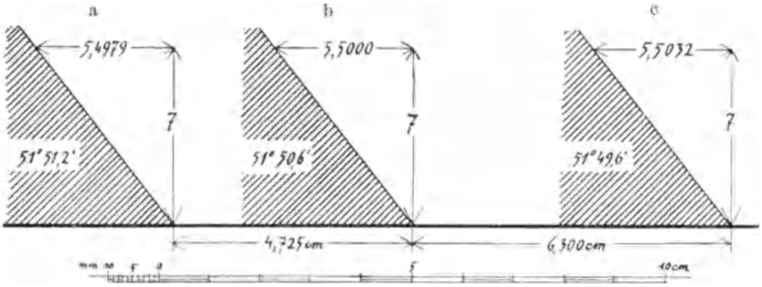

Abb. 5: Gegenseitige Lage der Fußpunkte der Pyramidenböschung bei einer Höhe von 280 ägyptischen Ellen (147 m).
a) π=Böschung; b) $5^1/_2$ H=Böschung; c) G. S.=Böschung.

Nun wird jedenfalls der π=Theoretiker sofort einwenden, seine π=Böschung sei die absichtlich gewählte, die beiden anderen seien nur zufällig naheliegend. Dasselbe wird der G. S.=Theoretiker von seiner G. S.=Böschung behaupten. Darüber ließe sich reden, wenn es erweislich richtig wäre, daß die alten Ägypter in der Pyramidenzeit vom Goldenen Schnitt überhaupt etwas gewußt oder π mit der erforderlichen Genauigkeit bestimmen gekonnt hätten. Einer der neueren G. S.=Theoretiker[51]) versucht auch wirklich zu zeigen, daß die Alten den Goldenen Schnitt gekannt haben, und zwar müssen dazu die Abmessungen der Grabkammer herhalten, die sogar „möglicherweise das Dunkel des Weges erhellen, auf welchem der Goldene Schnitt überhaupt gefunden wurde“. Er behauptet nämlich, daß die Höhe der Grabkammer gleich ihrer halben Bodendiagonale sei — die von ihm dafür gewählten Maße ergeben zwar, wie er selbst angibt, dies nicht genau, aber es wäre doch möglich, daß es so wäre. Dann nimmt er am Grundriß der Kammer, auch unter Benutzung der halben Diagonale, arithmetisch=geometrische Konstruktionen vor, die zeigen, daß er die Länge und die Breite der Kammer nach dem Goldenen Schnitt teilen kann. Aber daß die Pyramidenerbauer dies auch gekonnt haben, den Beweis bleibt er schuldig. Gewiß, wir haben alle schon in der Schule gelernt, daß in einem Raum von den Abmessungen 1 : 2, den Abmessungen der Grabkammer, die Diagonale $\sqrt{5}$ ist, und daß $\sqrt{5}$ beim Goldenen Schnitt eine große Rolle spielt, aber bis zu diesen Weisheiten ist von dem mathematischen Wissen der alten Ägypter, die nur Wurzeln aus Quadratzahlen ziehen konnten, doch ein gewaltig langer Weg. Die eben angeführten Konstruktionen würden auch voraussetzen, daß den Pyramidenerbauern bereits der pythagoräische Lehrsatz bekannt gewesen sei, wofür nicht der geringste Anhalt[52]) vorliegt.

Der π-Theoretiker setzt voraus, daß die alten Ägypter der Pyramidenzeit schon das Verhältnis von Kreisumfang zu Durchmesser genau — $\pi = 3{,}14159$ — oder doch wenigstens dessen Näherungswert $\frac{22}{7} = 3{,}14286$ gekannt haben. Nun wissen wir aber aus dem schon oben[53]) erwähnten mathematischen Papyrus, daß die Ägypter um 2000 v. Chr. und auch, da die Abschrift mehrere Jahrhunderte später ist, auch noch in späterer Zeit diesen Näherungswert noch nicht kannten. In den Aufgaben 41, 48 und 50 wird dort nämlich der Inhalt des Kreises so berechnet, daß er gleich dem Quadrat von $\frac{8}{9}$ seines Durchmessers gesetzt wird, also $\pi \cdot \frac{d^2}{4} = \frac{64}{81} d^2$, woraus sich für π ein Näherungswert $\frac{256}{81} = 3{,}16049$ errechnen läßt. Und da sollen wir glauben, daß die Ägypter schon 10 bis 15 Jahrhunderte früher das π-Verhältnis genauer gekannt haben!

G. S.- und π-Theoretiker setzen also bei den Pyramidenerbauern mathematische Kenntnisse voraus, die bei ihnen sonst nicht nachweisbar sind. Es liegt also kein Grund vor, anzunehmen, daß die π- oder die G. S.-Böschung die beabsichtigte ist.

Auf der anderen Seite setzt aber derjenige, der die $5^1/_2$ H-Böschung als die willkürlich vom Erbauer gewählte erklärt, nur das voraus, was wir über die Winkelmessung bei Bauten der Pyramidenzeit sowohl aus dem späteren mathematischen Papyrus als auch aus den mit dieser Winkelmessung arbeitenden Bauzeichnungen der Pyramidenzeit kennen. Die $5^1/_2$ H-Böschung ist also die beabsichtigte, die π- und die G. S.-Böschung sind nur „reiner Zufall".

Nachdem wir uns so klar gemacht haben, auf welchen Zufälligkeiten die beiden hauptsächlichsten Pyramidentheorien beruhen, wollen wir in möglichster Kürze noch die verschiedenen Theoretiker und ihre Theorien besprechen, ohne dabei aber zu weit auszugreifen[54]). Wir können hier natürlich nicht alle Einzelheiten vorführen, die diese Literatur hervorgebracht hat, und wollen als zeitliche Grenze die der Arbeiten von Vyse und Perring 1837 auf dem Pyramidenfelde von Gise annehmen, da diese zuerst die umfangreichen und genauen Messungen geben, mit denen die Pyramidentheoretiker zum Teil bis heute, jedenfalls aber bis zu den Petrieschen Messungen aus den Jahren 1880—82 gearbeitet haben.

Gleich an die Messungen von Vyse knüpft der Astronom Herschel[55]) an, der aus der Schräge des Einganges das Alter der großen Pyramide berechnet. Er ermittelt, daß um das Jahr 2160 v. Chr. der damalige Polarstern α im Drachen bei seinem unteren Durchgange durch den Meridian von einem Beobachter im unterm Teile des Eingangs hätte gesehen werden können. Also sei die Pyramide um das genannte Jahr herum erbaut worden. Wir wissen heute, daß sie etwa 1000 Jahre älter ist. Warum der Gang auf den Polarstern gerichtet worden sein soll, sagt uns Herschel auch nicht. Eine ähnliche Idee ist später für ägyptische Tempelbauten von dem Astronomen Lockyer[56]) aufgenommen worden, der die Bauzeit der Tempel so berechnete, daß er ermittelte, in welchen zurückliegenden Jahren irgendein bedeutenderer Stern in der Richtung der Tempelachse auf- bzw. unterging. Da die Tempelachsen in den meisten Fällen durch rein örtliche Verhältnisse bestimmt worden, so kann man sich vorstellen, zu welchen baugeschichtlichen Daten Lockyer mit seiner Methode kam. Loti[57]) behauptet einem ähnlichen Ideengange folgend auch, daß der große Amonstempel von Karnak so angelegt sei, daß der Strahl der untergehenden Sonne am Tage der Sommersonnenwende in der Richtung der Tempelachse bis ins Allerheiligste dringe. Der frühere Seeoffizier Loti hätte den Dichter Loti vielleicht belehren können, daß dies nicht der Fall ist[58]).

Nach dieser kleinen Abschweifung in das unsichere Gebiet der astronomischen Baugeschichte und ohne auf die astronomischen Spekulationen Mahmuds[59]), der 1865 die Bauzeit der großen Pyramide nach dem Sirius bestimmen wollte, einzugehen, wenden wir uns jetzt zu den eigentlichen Zahlentheoretikern.

Als erster tritt hier meines Wissens Roeber[60]) auf, ein Kaufmann, der als Sohn des 1833 verstorbenen Professors der Baukunst an der Dresdener Akademie dessen hinterlassene Arbeiten herausgab und weiterführte. 1854 veröffentlichte er erst eine Arbeit[61]) über die geometrischen Grundformen ägyptischer Tempel, der 1855 eine zweite[62]) über die Pyramiden folgte. Ich muß offen gestehen, daß es mir nicht gelungen ist, in die Methode, die diesen beiden Abhandlungen zugrunde liegt, einzudringen.

So viel sehe ich aber, daß darin angenommen wird, die alten Ägypter hätten jede Wurzel, nicht nur solche aus Quadratzahlen, ziehen können und kein Maß oder Verhältnis an ihren Bauten bestimmt, ohne von diesem Können ausgiebigsten Gebrauch gemacht zu haben. Daß die Arbeiten sich auf heute veralteten Maßen aufbauen, ist bei ihrem Erscheinungsjahr selbstverständlich. Man könnte also diese Spezies von Pyramidentheorie beiseite legen, wenn nicht hier schon die „Konstruktion des Pyramidentriangels" [63]) auftauchte, jenes rechtwinkligen Dreiecks, in dem die Höhe die Hypotenuse nach G. S. teilt und bei dem die kleinere Kathete dann die Böschung der Pyramide angeben soll. Roeber scheint also der erste G. S.-Theoretiker zu sein [64]). Erfreulicherweise blieben aber seine Arbeiten ohne Wirkung.

Anscheinend unabhängig von ihm gab aber in England nach 30jähriger Beschäftigung mit dem Thema Taylor [65]), Buchhändler der Londoner Universität, 1859 ein Werk heraus, das anscheinend die Pyramidentheorien vollständig erschöpft. Leider habe ich das Buch selbst nie zu Gesicht bekommen können, aber was ich aus den Zitaten bei Smyth davon kenne, genügt, um sich ein Bild davon zu machen. Danach verficht er erstens die π-Theorie in der oben angegebenen Form, zweitens die G. S.-Theorie in der Form: „das Quadrat der Pyramidenhöhe ist gleich einer ihrer Seitenflächen", einer Form, die sich ohne weiteres aus der von uns oben besprochenen ableiten läßt, und drittens die Quarter-Theorie, die wir bisher noch nicht besprochen, zu deren Verständnis wir aber oben [66]) das Nötige gesagt haben. Nach dieser Q.-Theorie soll der Inhalt des Sarges in der Pyramide — ohne Abzug des Deckels — das Standardmaß für das englische Quarter sein, d. h. er soll genau vier dieser alten Weizenmaße gleich sein, die übrigens in amtlichen englischen Veröffentlichungen [67]) nicht ganz gleich groß angegeben werden.

Taylor hat auch noch besondere Theorien über einen „Pyramidenzoll" gehabt, den er um 0,001 länger ansetzt als den englischen Zoll [68]), auch bringt er die Höhe der Pyramide in ein festes Verhältnis — $\frac{1}{270\,000}$ — zum Erdumfang [69]). Die erstere veranlaßte Herschel, sich wieder [70]) zu Pyramidentheorien zu äußern [71]), wobei er die π-Theorie ablehnte, sich aber zur G. S.-Theorie bekannte, allerdings auf Grund einer falsch verstandenen Herodotstelle [72]).

Taylor hatte mit seiner Arbeit wenig Glück. „Academic Archaeology did not accept it" [73]); er fand aber in Piazzi Smyth, astronomer Royal for Scotland, einen eifrigen und tätigen Helfer.

Nachdem er schon 1864, dem Todesjahre Taylors, darüber eingehend geschrieben hatte[74]), fand er es nötig, als Grundlage der Untersuchungen die genaue Feststellung der Maße der großen Pyramide mit allen ihm als Astronomen zur Verfügung stehenden Mitteln und Kenntnissen vorzunehmen. In den ersten vier Monaten des Jahres 1865 arbeitete er in Gise; das Ergebnis dieser Tätigkeit war ein dreibändiges Werk[75]), in dem er mit behaglicher Breite seine Erlebnisse und Arbeiten an der Pyramide schildert und seine Theorien vorträgt. Und diese Theorien gehen an Zahl und Kühnheit noch weit über die Taylors hinaus, sie sind am schnellsten in der zweiten 1874 erschienenen Auflage seines ersten Pyramidenbuches in ihrer ganzen bunten Mannigfaltigkeit zu überschauen. Wir können hier nur unter Übergehung schon erwähnter Theorien eine kleine Blütenlese daraus geben. Da soll der Umfang der Pyramide gleich 36 524 Pyramidenzoll sein, was bei 100 Zoll für den Tag die Bedeutung eines Jahres habe; die Pyramidenhöhe in Zoll ausgedrückt und mit 10^9 multipliziert soll die Meilenzahl angeben, die die Erde von der Sonne entfernt ist; die Pyramide soll im Mittelpunkt eines Kreises erbaut sein, von dem ein Kreisbogen mit der heutigen Deltaküste zusammenfällt; alles Land auf der Erdoberfläche soll durch den Meridian, auf dem die Pyramide erbaut worden ist, in zwei Hälften geteilt sein; die Erddichtigkeit soll sich aus den Maßen des Sarges errechnen lassen; aus der Richtung des Einganges soll man ein Plejadenjahr bei den alten Ägyptern feststellen können usw. usw. Nur auf die Frage: „what about money on the Pyramid system?“[76]), die Spaßvögel wohl öfter an ihn richteten, weiß Piazzi Smyth keine Antwort, denn Geld ist „earthy i. e. in the sense of dust and ashes, human corruption and speedy passing away“, während die Pyramide nur Ewiges, Hohes, Himmlisches kündet.

Beim Aufbauen neuer und immer neuer Pyramidentheorien wurde Piazzi Smyth von zahlreichen ähnlich gerichteten Geistern in England und Amerika unterstützt[77]), unter ihnen auch von dem damals noch sehr jugendlichen, durch seinen Vater, einem Mitarbeiter Smyths, zu dieser Art Studie angeregten W. Flinders Petrie[78]). Von ihm stammt übrigens die höchst wichtige Bemerkung[79]), daß die Grabkammerwände genau 100 Blöcke haben. Diesem scheinen die 1865 genommenen Maße nicht genügt zu haben, er nahm daher in den Jahren 1880 bis 1882 nochmals genaue Messungen und Beobachtungen auf dem Pyramidenfelde von Gise vor, die dazu dienen sollten, den Pyramidentheorien als feste Grundlagen zu dienen. Seine sehr sorgfältig und gewissenhaft durchgeführten Aufnahmen, unter denen namentlich die schon oben erwähnte Feststellung, daß die Lage der Pyramidenecken bis dahin falsch angenommen war, hervorzuheben ist, entzogen aber den Theorien jede Grundlage. Als er einem amerikanischen Pyramidentheoretiker, der ihn während der Arbeit besuchte, die aus seinen Messungen sich ergebenden, für die Pyramidentheorien vernichtenden Folgerungen auseinandergesetzt hatte, konnte dieser nur antworten: „Well, sir! I feel as if I had been to a funeral."

1885 veröffentlichte dann Petrie als sein erstes ägyptologisches Werk, dem seitdem noch viele gefolgt sind, einen starken Band über die Pyramiden und Tempel bei Gise[80]), der heute noch für alle Fragen, die sich auf Pyramidenmaße beziehen, als beste Quelle[81]) anzusehen ist.

Petrie hat mit den eigentlichen Pyramidentheorien gründlich aufgeräumt, nur eine hält er in seinem Buche noch für möglich. Ob er aber heute noch derselben Ansicht ist, möchte ich fast bezweifeln. Damals meinte er, daß die Maße der Kammern in ägyptischen Ellen ausgedrückt stets Wurzeln aus ganzen, runden Zahlen seien.

Auch das dürfte sich nicht halten lassen. Bei der unfertigen Felskammer der großen Pyramide können wir nicht angeben, wie sie einmal werden sollte, also ist über ihre Maße nicht zu reden. In der verlassenen Kammer soll die Höhe an den Seiten ihres Satteldaches $\sqrt{80} \cdot E$, am First $\sqrt{140} \cdot E$ sein. Nun fehlt aber, was Petrie nicht berücksichtigt, in dieser Kammer noch der Fußboden, der in einem Teile des zu ihr führenden wagerechten Ganges schon liegt, wenn auch noch nicht geglättet. Zieht man dies in Rücksicht[82]), so dürfte man als Höhe an den Seiten des Satteldaches etwa 8 E erhalten, die Höhe am First aber ergibt sich aus der Neigung der Dachseiten, die nach ägyptischer Messung 12 H — d. h. 12 H Rücksprung auf 1 E Steigung — beträgt. In der Grabkammer selbst soll die Höhe $\sqrt{125}$ E betragen, was nach den Maßen stimmen könnte. Die Annahme, daß die Pyramidenerbauer $\sqrt{125}$ hätten ausrechnen oder wissentlich konstruieren können, ist aber jedenfalls abzuweisen, also fällt auch diese Theorie[83]).

Man hätte nun annehmen sollen, daß nach dem Erscheinen des Petrieschen Buches die Pyramidentheorien endgültig erledigt gewesen wären, aber wenn auch die eigentliche Epidemie vorbei war, Einzelfälle kamen doch in gewissen Zeitabständen noch vor.

So veröffentlichte Jarolimek, k. k. Inspektor der Tabak-Hauptfabrik in Göding, der schon 1885 seine „Ansicht der Kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien mitgeteilt“ hatte, 1890 einen Aufsatz[84]), in dem er, wie er meint, als erster, der G. S.-Theorie in ausgiebigstem Maße huldigt. Von den „besonders heiligen Zahlen 3 und 7“, deren Differenz 4 und Summe 10 „in der Symbolik eine hervorragende Rolle spielten“, geht er aus, bildet daher „Vier-Ellen“ — .4 E — und steigt seine „goldene Leiter“ — 1 2 3 5 8 13 21 34 55 89 144 — bis zur zehnten Stufe — 144 — hinan, wo der „sinnende Forscher mit Überraschung Halt“ macht. Mit 144, 89 und 55 Vierellen konstruiert er dann nicht nur das Äußere, sondern auch alles im Innern der Pyramide, selbst innere „Kern-, Königs- und Deckpyramiden“, die er, vielleicht als Reminiszenzen an die Lepsiussche Bautheorie, erfindet. Hierfür habe „der Erbauer den Schlüssel sozusagen vor die Türe gelegt“, nämlich in den Abmessungen des Basaltpflasters im Totentempel östlich vor der Pyramide. Es werden also ungenau festzustellende Maße vom Hofe des Totentempels dazu benutzt, innere Kern- usw. Phantasie-Pyramiden zu berechnen. Am Schluß seiner Ausführung empfiehlt Jarolimek das Mauerwerk unter dem Schnittpunkte des absteigenden mit dem aufsteigenden Gange bis zum Felsgrunde auszubrechen — vielleicht sei da der entscheidende Beweis für die Richtigkeit seiner Theorie anzutreffen!

Jarolimek kannte das Petriesche Buch, das übrigens heute besonders in Deutschland nur sehr selten zu finden ist. Es muß aber auch schon bei seinem Erscheinen nicht in alle die Kreise, die sich mit Pyramidentheorien beschäftigten, gedrungen sein, denn sonst wäre es wohl auch dem in die Hände gekommen, der unbeabsichtigt Veranlassung zu dem Umsichgreifen der Pyramidentheorien in Deutschland wurde, an den Dichter-Ingenieur Max Eyth. Dieser war, als Piazzi Smyth 1865 seine Messungen an der Pyramide machte, wie aus seinem Buche „Hinter Pflug und Schraubstock“ bekannt sein dürfte, in Ägypten für die Einführung des Dampfpfluges tätig. Eyth verfolgte damals die Arbeiten Smyths, mit dem er bekannt wurde, mit Interesse. Die Sache muß ihn auch noch lange nicht los gelassen haben, denn er hielt zuerst im Jahre 1901 darüber im Verein für Mathematik und Naturwissenschaft zu Ulm einen referierenden Vortrag[85]), und behandelte sie dann auch in seinem 1902 erschienenen bekannten Roman „Der Kampf um die Cheopspyramide“[86]). Der eine Held dieses Romans, Joe Thinker, ist ein Abbild Piazzi Smyths, seine Theorien werden sogar im 14. Kapitel voll abgedruckt, allerdings wie Eyth sagt, mit einem Schlagbaum davor, nämlich mit der Zahl $\pi = 3{,}14159$ usw. bis zur 40. Dezimalstelle.

Daß Eyth die „Pyramidenphantasien des ersichtlich achtbaren Reverend Joe Thinker[87] (lies Piazzi Smyth)“ für erwiesene Tatsachen gehalten hat, ist nach seinen Äußerungen nicht anzunehmen. Er hält sie, „was man auch davon denken mag, für immerhin nicht ohne Interesse[88]“, und „verwahrt sich mit aller Entschiedenheit dagegen, als ein gläubiger Jünger Piazzi Smyths angesehen zu werden[89]. Am Schlusse seines Vortrages[90] sagt er sogar: „Hiermit, werden Sie denken, meine Herren, kommt der verrückte Engländer zum endgültigen Durchbruch.“

Meiner Ansicht nach hat Eyth die kritischen Fähigkeiten seiner Leser zu hoch eingeschätzt, es wäre gut gewesen, er hätte das Problematische der „Pyramidenphantasien“ etwas mehr hervorgehoben. Leider gehen nämlich viele der in Deutschland zeitlich auf Eyths „Kampf um die Cheopspyramide“ folgenden pyramidentheoretischen Arbeiten auf das genannte 14. Kapitel seines Romans zurück.

Zur Verbreitung dieser Phantastereien hat leider eine viel gelesene illustrierte Wochenschrift beigetragen, die auch über „Fortschritte der Wissenschaft“ berichten will, der „Prometheus“, in dessen Spalten wir mehrere der im folgenden noch zu erwähnenden Arbeiten finden, nur eine davon mit einer gelinde warnenden Anmerkung des Herausgebers versehen.

Gleich 1906 gibt Nairz[91] im „Prometheus“ einen ausführlichen Bericht über Eyths soeben erschienenen Vortrag in Ulm, und das zeitigt sofort eine neue Blüte. Ihm folgt nämlich auf dem Fuße, auch im „Prometheus“[92], Haedicke, der uns erzählt, der südliche Luftschacht der Grabkammer hätte zur Beobachtung der Wintersonnenwende dienen können. Er gibt eine packende Schilderung der in der Galerie versammelten, den Sonnenstrahl erwartenden Menge und empfiehlt nach dem entsprechenden Kanal zur Beobachtung der Sommersonnenwende zu suchen! Daß besagter Luftschacht nicht unter dem richtigen Winkel, ja überhaupt nicht einmal gradlinig verläuft, daß er am unteren Ende ein wagerechtes Stück und mit der Galerie überhaupt keine Verbindung hat, sind Kleinigkeiten, die Pyramidenphantasien nur stören könnten.

Folgt der G. S.-Fanatiker Neikes[93], der 1907 in einem kleinen Heftchen mit goldgedrucktem Umschlag — sonst wäre es ja des hohen Namens des „Goldenen Schnittes“ unwürdig — uns zuerst auf 18 Dezimalstellen die Teilung der 1 nach G. S. vorsetzt. Dann rechnet er nach den, wie wir wissen, falschen Maßen

Piazzi Smyths die halbe Grundkante und die Seitenflächenhöhe der großen Pyramide in englischem Fußmaß aus, findet, daß diese Maße den G. S.-Zahlen ähneln, ändert sie so, daß sie ihnen gleich sind, daß also halbe Grundkante plus Seitenflächenhöhe 1000 englische Fuß, geteilt nach G. S., ergeben und erklärt dann: „daß der englische Fuß beim Bau der Cheopspyramide die Maßeinheit gewesen ist“! Er hofft, daß nach dieser Feststellung „die Suche nach den Geheimnissen der Cheopspyramide wohl in andere, ruhigere und vor allem systematischere Bahnen gelenkt werden“ wird. Dem ist wohl nichts hinzuzufügen.

1910 tritt wieder, im „Prometheus“, Jarolimek[94]) auf den Plan, indem er seinen früheren Aufsatz im Wesentlichen ohne Änderung nochmals abdrucken läßt. Die Petriesche Theorie über die Kammermaße[95]), der er früher nicht recht zustimmt, hat er inzwischen angenommen und erläutert sie an fünf Beispielen, von denen er selbst sofort zwei als nicht stichhaltig bezeichnet. Bei zwei anderen hat er falsche Maße genommen. Die G. S.-Theorie hat er jetzt so weit ausgebaut, daß er sogar die Formel des G. S. $\frac{\sqrt{5}-1}{2} : 1 = 1 : \frac{\sqrt{5}+1}{2}$ in der Grabkammer findet, denn deren Grundrißlängen verhalten sich wie 1 : 2, ihre Seitenwände aber haben fünf Schichten und über ihr liegen fünf Decken!

Aus einer etwas anderen Richtung kommen die Brüder Edgar[96]) her, die 1910 ein reich ausgestattetes Buch über die Pyramide herausgaben. Es enthält Umzeichnungen bekannter Aufnahmen von Vyse, Smyth und Petrie, auch wohl eine oder die andere Neuaufnahme, sonst aber nicht unwichtige Abbildungen nach photographischen Aufnahmen der jetzt freigelegten Reihe der Bekleidungsblöcke der Nordseite, auch solche von schwer aufnehmbaren Stellen des Innern. Sein Inhalt mag durch ein aufs Geratewohl herausgegriffenes Zitat[97]) charakterisiert werden:

„The kings chamber symbolizes immortality, the possession of the Divine nature, in which death is an impossibility, by the following features: —

1. It is composed entirely of granite, which in the great pyramid symbolizes things Divine.
2. It is situated high above the summit of the well, which symbolizes Hades.“

usw. fünf Sätze in derselben Tonart. Bei den Edgars ist die Pyramidomanie auf die Religion — wie sie sie verstehen — geschlagen.

Nun aber zu dem letzten starken Ausbruch der Pyramiden-epidemie, der z. Zt. in Deutschland wütet.

Daß Neuburger[98]) die Pyramidentheorien kritiklos wiedergibt, ist bei dem sonstigen Inhalt seines Buches über die Technik des Altertums nicht weiter wunderbar. Neues bringt aber Hein[99]), der so ziemlich alle Pyramidentheorien erörtert und dann seine eigne zum Besten gibt. Er baut seine Pyramide kurz folgendermaßen auf: an eine Höhe von der Länge $\sqrt{5}$ setzt er unten beiderseitig ein Quadrat von der Seite 1; die Linien von der Spitze der Höhe nach den beiden freien Ecken der Quadrate geben ihm dann die Form seiner Pyramide. Daß diese einen anderen Böschungswinkel als den wirklich gemessenen hat, sieht er selbst und sagt: „es mag jeder über diese Erklärung denken, wie er will."

Wesentlich sicherer tritt Kleppisch[100]), Ingenieur in Warschau, auf, der recht kritisch gegen andere Theorien uns die G. S.-Theorie in Flächenform so vorsetzt: „Die Gesamtoberfläche der Cheopspyramide erscheint nach dem Goldenen Schnitt geteilt, derart, daß sich die Grundfläche zur Mantelfläche wie die Mantelfläche zur Gesamtoberfläche verhält."

Selbst wenn „das stetige Verhältnis in seiner schönsten Form, von späteren Generationen als der „Goldene" auch „Göttliche Schnitt" bezeichnet," vom Pyramidenerbauer, dessen Schönheitsideal sicher nicht mit dem Kleppischs und der anderen G. S.-Fanatiker übereinstimmte, für seine Pyramide absichtlich gewählt worden sein sollte, so wäre die Wahl der „Flächenform" gewiß die ungeeignetste gewesen. Der Beschauer sieht die Grundfläche überhaupt nicht, von der Mantelfläche im besten Falle — wenn er nicht etwa ein Vogel ist — zwei Seitenflächen in Verzerrung, und da soll er eine Empfindung für die Schönheit der nach dem „Goldenen" oder „Göttlichen Schnitte" geteilten Gesamtoberfläche, die er auch nicht sieht, bekommen? Selbstverständlich vergessen die Pyramidentheoretiker, die mit dem Schönheitsideal der Pyramidenform arbeiten, auch ganz, daß die Pyramide von einer hohen Hofmauer umgeben war, die je nach dem Standpunkte des Beschauers mehr oder weniger von den unteren Teilen der Pyramide verdeckte. Die Formen der Pyramide haben sich im Altertum nie so gezeigt, wie sie im Geiste dieser Theoretiker sich abbilden.

Einen neuen, aber nicht besseren Ton bringt Seifert[101]) in die Symphonie. Er zeichnet ein auf der Spitze stehendes gleichseitiges, Nord-Süd gerichtetes Dreieck, von dem er behauptet, daß für die geographische Breite der Pyramide — hierin liegt schon eine kleine Ungenauigkeit — die nach Süden gerichtete Seite auf die Sonne am Mittage der Tag- und Nachtgleichen wiese. Die Höhe dieses Dreiecks verlängert er zu $1^1/_2$ seiner Seitenlängen und zieht dann von der Spitze dieser Höhe durch die freiliegenden beiden Ecken des gleichseitigen Dreiecks Linien, die die Böschungswinkel der Pyramide angeben sollen, es aber nicht tun.

Dieser neuen Theorie verschaffte dann Graf v. Klinkowström[102]) in einer der führenden deutschen Zeitung weitere Verbreitung.

Die Reihe mag Noetling[103]) beschließen, wenn er auch zeitlich schon vor Kleppisch gehört. Durch frühere Spekulationen auf anderem Gebiet[104]) bereits vorbelastet, wurde er 1915 bis 1919 in australischer Gefangenschaft durch Eyths Roman auf Pyramidentheorien geführt, die er dann zu nie dagewesenen Formen ausgestaltet. Riem[105]) hat sich schon mit genügender Deutlichkeit über die Noetlingsche Leistung ausgesprochen, ich kann mich daher darauf beschränken, hier nur einige Blüten aus Noetlings Irrgarten zu pflücken.

Er nimmt drei von Eyth gegebene Maße des Sarges, erklärt zwei davon als durch Druckfehler entstellt, die er verbessert — 77,85 in 78,75 und 26,70 in 26,07 —, setzt den Kerb für den Deckel in ihm gut scheinender Höhe an und leitet aus den so gewählten Zahlen ab, was er will. So berechnet er aus diesen Zahlen, die er noch für die Maße des Sarges ausgibt, alle Abmessungen der Pyramide, so wie er sie haben will, z. B.: Seitenlänge . . . . $\pi^2 \cdot 3^{-3}$ . . . . 10^3 . . . . 365,540 903 744 ägypt. Ellen (Noetlingscher Schöpfung) = 232,710 566 932 m. Das ist aber nur ein Scherz aus den Anfangsstadien, später werden eine Grundpyramide, d. h. eine auf der Spitze stehende, eine Kugel und, da Noetling von einem Mitgefangenen vieles aus der Kabbala mitgeteilt wurde, auch der Magen David eingeschrieben, der das Durchdringen der Materie durch den Geist symbolisieren soll. Eine besondere Feinheit scheint dabei die Unterscheidung zwischen Sphären-Proto-(Diagonal-)Magen David, Sphären-Deutero-(Transversal-)Magen David und Tangenten-Magen David zu sein. Auch wird u. a. die Frage aufgeworfen, ob die Inschrift INRI am Kreuze nicht „das ägyptische Wort darstellt, das für den Wert $\pi^2 \cdot 3^{-3}$ steht". Endlich werden, und hier setzt sich Noetling in bewußten Gegensatz zu Eyths Rev. Joe Thinker und seiner „Afterwissenschaft", aus all diesen Konstruktionen die „kosmischen Zahlen" abgeleitet oder sogar einfach abgelesen. So ist die oben angeführte Noetlingsche Seitenlänge der Pyramide in Metern 232,710 566 932 577 als Zeitmaß zu lesen: 23 Tage 2 Stunden 7 Minuten 10,566 932 577 . . . Sekunden, nämlich die „berühmte, von Fließ berechnete, männliche Periode"!

Wer noch weiter sehen will, was alles Noetling aus der Pyramide herausholt, werfe nur einen Blick auf die von der Verlagshandlung in alle Welt[106]) versandte Anpreisung dieses „ganz wunderbaren Buches". Da werden im 8. Abschnitt die Atomgewichte, im 9. aber gar die „Kosmische Biologie", Fließsche Perioden, weibliches und männliches Klimakterium, Schwangerschaftsdauer des Menschen und die allgemeine Reihe der Trächtigkeitsdauer der Säugetiere errechnet, alles aus Noetlings Pyramidenzahlen im Gegensatz zu Rev. Joe Thinkers Afterwissenschaft.

Ein trauriges Zeichen unserer Zeit! Man weiß nicht, ob man zuerst den Verfasser bedauern, oder den Verleger, der solchen Wahnsinn verbreitet, verdammen soll.

Damit will ich die Vorführung der Pyramidentheoretiker schließen, indem ich mir bewußt bin, daß in der schon allzu langen Reihe vielleicht doch noch dieser oder jener ausgelassen ist. Ich kann mich aber wegen dieser Ungründlichkeit mit dem Spruch trösten, der bei dem bekannten Fuchsschwanz im Heidelberger Schloß stand.

Um aber auch die Pyramidentheoretiker auf ihre Rechnung kommen zu lassen, möchte ich ihnen doch hier wenigstens eine kleine Anregung geben, von der ich nicht zweifle, daß sie freundliche Aufnahme finden wird:

Die Basis der natürlichen Logarithmen, d. h. die Reihe $e = \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$, die für $n = \infty$ den bekannten Wert 2,71828 .. hat, ist bisher in den Pyramiden noch nicht gefunden worden. Und doch ist sie so leicht nachweisbar. Man braucht nur von der Königinnenpyramide bei der Pyramide des Königs Sahu-re bei Abußir, die nach ägyptischer Messung eine Böschung von $4^3/_4$ H hat, den Umfang durch die Höhe zu dividieren — $\frac{U}{h} = \frac{4 \cdot (4^3/_4 H)}{7 H} = \frac{19}{7}$ —, um 2,7143 .. zu erhalten, also e mit einem Fehler von nur $1^1/_2$ Tausendsteln! Die weiteren Ausführungen, wieso König Sahu-re, in dessen Hieroglyphenschrift Vokale nicht ausgedrückt werden konnten, gerade dazu kam, e auf diese Weise geheimnisvoll zu verewigen, und wie weiter dieses e dann durch drahtlose Mystifikation im Jahre 1610 n. Chr. an Napier nach England kam, so daß er danach seine Logarithmen berechnen konnte, alles das zu ergründen, überlasse ich mit der Anregung selbst neidlos den Pyramidenmystikern.

Doch Scherz beiseite! Diesen Blödsinn habe ich nur ausgeheckt, um zu zeigen, daß mit geringer Findigkeit und ausreichendem Mangel an Logik aus Zahlen, deren Zusammenhänge an sich einfach sind, so gut wie jeder Unsinn herausgeholt oder, wie die Pyramidentheoretiker sagen würden, bewiesen werden kann. Die Verfasser, auch die zukünftigen, solcher zahlenmystischen Spielereien, die mit Wissenschaft nichts zu tun haben, hierdurch oder durch meinen Vortrag von der Sinnlosigkeit ihrer Spekulationen überzeugt zu haben, der Hoffnung gebe ich mich nicht hin. Es ist mir aber genug, hier ein größeres Publikum vor dem Pyramidenquatsch gewarnt und ihm gezeigt zu haben, daß in den Pyramiden keine Geheimnisse stecken, wie sie die Pyramidentheoretiker darin suchen.

Die Pyramiden sind einfache klare Bauwerke, entworfen mit den einfachen Hilfsmitteln der Ägypter der damaligen Zeit.

Anmerkungen.

Zu S. 1. 1) Dr. Fritz Noetling, Die kosmischen Zahlen der Cheopspyramide, der mathematische Schlüssel zu den Einheitsgesetzen im Aufbau des Weltalls, Stuttgart 1921. — Die obenerwähnte Anamnese findet sich auf S. 2 im vorletzten Absatz.

2) Max Eyth, Der Kampf um die Cheopspyramide, Heidelberg 1906.

3) Vyse-Perring, Operations .... at the pyramids of Gizeh, London 1838, 2, 106.

Zu S. 2. 4) Ägypten und ägyptisches Leben, Tübingen 1885, 247.

5) Vyse-Perring, Operations, Karte im Atlas.

6) Piazzi Smyth, Life and work at the great pyramid, Edinburg 1867, Bd. 2, 183.

Zu S. 4. 7) Flinders Petrie, Medum, London 1892, Bl. 2.

8) z. B. Borchardt, Grabdenkmal des Königs Nefer-ir-ke-re, Leipzig 1909, 40 und Abb. 46/47.

9) Die Durchzeichnung der im Äußeren sichtbaren Schichtenlinien durch die ganze Pyramide (Flinders Petrie, Pyramids and temples of Gizeh, London 1883, Bl. 9) ist unberechtigt. Auch der Schnitt dieser Pyramide dürfte ein Bild ergeben, wie oben beschrieben (vgl. Borchardt, Grabdenkmal des Königs Sahu-re, Leipzig 1910, Bd. 1, Bl. 7) und in unserer Abb. 1 ausgeführt ist.

10) Lepsius, Über den Bau der Pyramiden, in den Sitzungsberichten der Berliner Akademie 1843, 177 ff.

Zu S. 5. [11] Flinders Petrie, Pyramids and temples of Gizeh, 165 u. Bl. 7.

[12] A. Jarolimek, Die Rätsel der Cheopspyramide, in Prometheus 1910, 515.

Zu S. 7. [13] Borchardt, Zur Geschichte der Pyramiden V, in Zeitschr. f. ägypt. Spr. 1892, 104.

Zu S. 9. [14] Petrie, Pyramids, 66 und 67.

[15] a. a. O. 80.

[16] Borchardt, Grabdenkmal des Königs Ne-user-re, Leipzig 1907, 99 und 156.

[17] Es scheint wenig bekannt zu sein, daß schon Newton (1642—1727) die Länge der ägyptischen Elle ähnlich zu bestimmen versucht hat und dabei, trotzdem alle seine Voraussetzung falsch waren, zu einem ziemlich richtigen Ergebnis kam.

In Piazzi Smyth, Life and work at the great pyramid, Bd. 2, 341 ff. ist abgedruckt „a dissertation . . . .; in which from the dimensions of the greatest Egyptian Pyramid, as taken by Mr. John Greaves, the antient cubit of Memphis is determined. Translated from the Latin of Sir Isaac Newton, not yet published, and now extracted from Miscellaneous Works of Mr. John Greaves . . . . . vol. II. Published by Thomas Birch . . . . . . London 1737." Hierin (S. 344) geht Newton von der Greaveschen Angabe aus, daß die Pyramidenseite 693 englische Fuß lang sei, zitiert den arabischen Schriftsteller Ibn Abd el-Hokm, der die Seite zu „100 royal cubits of the antient times" ansetzt, nimmt an, daß 1 royal cubit gleich 4 simple cubits gewesen sei, und erhält so für 1 cubit $\frac{693}{400} = 1{,}732$ engl. Fuß ($= 0{,}5279$ m). Dann mißt er mit dieser Elle noch verschiedene von Greaves angegebene Innenmaße der Pyramide — Gangbreiten, Kammerlängen usw. — und stellt fest, daß diese nach ganzen Ellen angelegt sind, wenn er auch dabei eine etwas geringere Ellenlänge jedesmal errechnet. Den Schluß, daß seine zuerst ermittelte Länge zu groß, vielleicht auch ganz falsch sei, zieht er daraus nicht. Es ist jedenfalls ein fast komisch zu nennender Zufall, daß Newton aus drei falschen Voraussetzungen die Länge der ägyptischen Elle bis auf rund 3 mm genau bestimmte.

[18] Lepsius, Die altägyptische Elle und ihre Einteilung, Berlin 1865, Bl. 1 bis 3.

[19] Damit soll aber keineswegs gesagt sein, daß etwa die kleine Elle ($E = 6\,H$) jünger als die große ($E = 7\,H$) gewesen sei. Viel eher möchte ich annehmen, daß die kleine Elle schon in der Pyramidenzeit nicht mehr in Gebrauch gewesen und auch auf den späteren Weihellen nur aus Pietätsgründen mit verzeichnet worden ist. Wenn man die vom menschlichen Körper genommenen Maßbezeichnungen mit den Maßen vergleicht, so scheint mir — wenigstens nach meinen Körpermaßen — das ursprüngliche:

1 Handbreite (ohne bzw. mit eingeschlagenem Daumen) = 0,075 m,

1 Elle (von Ellenbogen bis Fingerspitze) = 0,450 m = 6 Handbreiten.

Die große, „königliche" Elle dürfte also später durch Zuschlag der 7. Handbreite entstanden sein.

Zu S. 10. 20) Papyrus Rhind, 1858 in Luqsor erworben, zuerst 1877 herausgegeben von Eisenlohr, Mathematisches Handbuch; das Faksimile des Britischen Museums 1898.

21) Zuletzt ausführlich besprochen von Borchardt in Zeitschr. f. ägypt. Spr. 1893, 9 ff.

22) Pyramids and temples of Gizeh, 162.

Zu S. 11. 23) Kleppisch, Die Cheopspyramide, 51 ff.

24) Mathematisches Handbuch, 135 f.

25) Vorlesungen über Geschichte der Mathematik, 1, 51 f.

Zu S. 12. 26) S. Revillout in Revue égypt. 2, 308 ff. und Borchardt in Zeitschr. f. ägypt. Spr. 1893, 13 ff.

27) S. Turajeff in Ancient Egypt 1917, 100 ff.

28) Dies scheint auch noch daraus hervorzugehen, daß er — falls der Text nicht verstümmelt ist — die Böschung nur durch eine Zahl, nicht durch ein Längenmaß angibt: 4 (!). Die erwartete Länge müßte $1^3/_4$ H sein. Es könnte sogar in dem bisher unerklärten rḫi ein neuer Begriff, gleichsam die Umkehrung von sqd stecken, also sqd = Cotangens, rḫi = Tangens.

29) Petrie, Medum, Bl. 8.

30) Borchardt, Grabdenkmal des Königs Ne-user-re, 155.

Zu S. 14. 31) Borchardt, Re-Heiligtum des Königs Ne-woser-re, S. 65 und Borchardt, Grabdenkmal des Königs Ne-user-re, S. 155.

32) Pyramids and temples, 138.

33) Würde man die steileren Pyramiden des mittleren Reiches bei Abydos oder gar die späten meroïtischen Pyramiden auch noch berücksichtigen, so würde der Spielraum noch wesentlich größer werden.

Zu S. 18. 34) Déscription de l'Egypte, Antiquités, Text 1, 513 und 2, 46.

35) Pyramids and temples, 40.

36) Ebenda Bl. 12.

37) S. Borchardt, Grabdenkmal des Königs Ne-user-re, 21, 97 und öfter, Bl. 28 (b 13), Grabdenkmal des Königs Sahu-re, 1, 29, 75.

38) S. Borchardt, Grabdenkmal des Königs Ne-user-re, 100, Bl. 17, Grabdenkmal des Königs Sahu-re, 1, 74 und Hölscher, Grabdenkmal des Königs Chephren, 61, Bl. 7a und Abb. 50.

Zu S. 19. 39) Die von mir gegebene Rekonstruktion entspricht dem Befunde an der Nordost-Ecke der Pyramide Königs Ne-user-re bei Abuṣir (siehe Borchardt, Grabdenkmal des Königs Ne-user-re, Bl. 17), nur daß in Gise auf Fels gebaut ist, der in Abuṣir nicht so hoch ansteht. — Meine frühere Idee, in den Ecklöchern die Stellen der Grundsteine und ihrer Beigaben zu sehen (vgl. Bulletin Metrop. Mus. of art 2, vom Nov. 1921, 9 ff., aus dem mittleren Reiche, und Mus. of fine art Bulletin, Boston, Okt. 1918, S. 77, aus der Aethiopenzeit), über die die Pflasterplatten deckend fortliefen, war nicht richtig, da die Fläche der Ecklöcher dafür zu groß und ihre Tiefe zu gering ist.

40) Pyramids and temples, 29.

41) Ebenda 36.

Zu S. 20. 42) Ebenda 39. Ich vermute, daß sie zu kurz, vielleicht gar 0,70 m zu kurz sind.

43) Operations, 2, 109 ff.
44) Pyramids and temples, 42.
45) A. a. O. 162. Dieser Winkel entspricht der Böschung 5,4952 H $\pm$ 0,0065 H.
46) A. a. O. 42.
Zu S. 22. 47) $2\,\mathrm{h} \cdot \pi = 4\,\mathrm{s}$.
48) $\frac{\mathrm{s}}{2} : \mathrm{h_s} = \mathrm{h_s} : \left(\frac{\mathrm{s}}{2} + \mathrm{h_s}\right)$.
49) Zuerst 1838 in Vyse, Operations, 2, 107 ff.
50) Athenaeum 1860, April, 582.
Zu S. 23. 51) Kleppisch, Cheopspyramide, 25 ff.
Zu S. 24. 52) Kleppisch, a. a. O. 31, findet auf Grund der nicht ganz richtig angesetzten Abmessungen der Grabkammer auch in ihr das „kleinste rationale Pythagoras-Dreieck", $3^2 + 4^2 = 5^2$, gebildet aus Langseite, Diagonale der Schmalseite und Raumdiagonale. Selbst wenn seine Maße stimmen sollten, wäre das noch lange kein Beweis dafür, daß der pythagoräische Lehrsatz um 3000 v. Chr. in Ägypten bekannt war.
53) S. 10 ff.
54) Wer sich mit älteren Pyramidentheoretikern bekannt zu machen wünscht, sei auf Piazzi Smyth, Life and work at the great pyramid, Bd. 3, Teil 2, verwiesen.
Zu S. 25. 55) Vyse, Operations, 2, 105 ff.
56) The down of astronomy, London 1894.
57) La mort de Philae, Paris 1908, 267/8.
58) Vgl. hierzu trotz des darin enthaltenen methodischen Fehlers Richards, Note on the age of the great temple of Amon at Karnak as determined by the orientation of its axis, Cairo 1921 und Journ. Egypt. Arch. 1921, 7, 220.
59) Mahmud Bey, L'âge et le but des Pyramides lus dans Sirius, Alexandria 1865.
60) Nicht identisch mit dem gleichnamigen Dichter Friedrich Roeber aus Elberfeld.
61) Friedrich Roeber, Beiträge zur Erforschung der geometrischen Grundformen in den alten Tempeln Ägyptens und deren Beziehung zur alten Naturerkenntnis, Dresden (Woldemar Türk) 1854.
62) Friedrich Roeber, Die ägyptischen Pyramiden in ihren ursprünglichen Bildungen, nebst einer Darstellung der proportionalen Verhältnisse im Parthenon zu Athen, Dresden (Woldemar Türk) 1855.
Zu S. 26. 63) Roeber, Pyr., S. 8 u. Abb. 1. Kepler hat übrigens, wie ich durch Jarolimeks Aufsatz in der Wochenschr. d. österr. Ing. u. Arch. Vereins 1890, 186 aufmerksam gemacht aus Pfeifer, Der goldene Schnitt und dessen Erscheinungsformen in Mathematik, Natur und Kunst, München 1885, 51, erfahre, an diesem Dreieck bewiesen, daß darin die kleinere Kathete gleich dem größeren Abschnitt der nach G. S. geteilten Hypotenuse ist (Abb. 6), natürlich ohne irgendwelche Anwendung auf die Pyramide. So haben

$$\frac{a}{b} = \frac{b}{a+b}$$

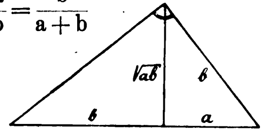

Abb. 6: Keplers Satz im G. S.-Dreieck.

also die großen Astronomen Kepler, Newton und Herschel bewußt und unbewußt ihren Anteil an den Pyramidentheorien.

64) Er wendet übrigens G. S. auch auf den Grundriß des Parthenon, (a. a. O. Abb. 5) an, was, wie ich aus einem Vortrage Studniʒkas entnommen habe, zur Zeit in Athen wieder von dem amerikanischen Maler Hambidge geübt wird. Vgl. auch Caskey, Geometry of greek vases in Mus. of fine arts Bulletin, Boston 1922, 9 und Hambidge, Dynamic symmetrie: the greek vase.

65) John Taylor, The great pyramid, why was it built and who built it? London (Longmans and Co.) 1859. 1864 erschien noch von ihm: The battle of the standards (of linear mesure): the ancient of four thousand years, against the modern of the last fifty years — the less perfect of the two, also sein System des Pyramidenzolls gegen das metrische System.

66) S. 3 und 7 f.

67) Smyth, Our inheritance. 107:
1. 4 quarters = 70 983,680 cubic inches
2. 4 „ = 70 982,144 „ „

68) A. a. O. 41.

69) A. a. O. 46.

70) S. oben 25.

71) Athenäum, April 1860, 581 f.

72) Herodot 2, 124.

73) Smyth, Our inheritance, 1874, Vorrede.

Zu S. 27. 74) Piazzi Smyth, Our inheritance in the great pyramid, London 1864; neue, erweiterte Auflage 1874.

75) C. Piazzi Smyth, Life and work at the great pyramid, Edinburgh 1867.

76) Smyth, Our inheritance, 1874, 270.

77) A. a. O. 176.

78) Ebenda: „not yet entered into the battle of life“.

79) Ebenda 150 und 180.

Zu S. 28. 80) W. Flinders Petrie, Pyramids and temples of Gizeh, London (1883). Der Ausspruch des amerikanischen Pyramidentheoretikers steht in der Vorrede dieses Werkes.

81) Bemerkungen wie die oben auf S. 18 ff. sind keine Einschränkung dieses Urteils.

82) Die Maße für das Folgende finden sich bei Piazzi Smyth, Life and work 2, 59 und Petrie, Pyramids and temples 66, 67 und 69.

83) Will man durchaus auf Grund des Höhenmaßes der Grabkammer eine Theorie machen, so könnte es nur die sein, daß der Architekt als Diagonale der Schmalwand (10 E) eine volle Ellenzahl, nämlich 15 E, genommen habe. Eine solche Annahme stände wohl in Einklang mit den den Alten zur Verfügung stehenden Ausführungsmöglichkeiten. Ob derartiges sich an Abmessungen anderer Räume der Pyramidenzeit etwa auch nachweisen läßt, habe ich nicht nachgeprüft. Es wäre auch für unser Thema nebensächlich, da es mit Pyramidentheorien nichts zu tun hat.

Zu S. 29. 84) A. Jarolimek, Der mathematische Schlüssel zu der Pyramide des Cheops, Wochenschrift des österr. Ing.- u. Arch.-Vereins, Wien 1890, 187—189, 195—198, 203—206.

85) Max Eyth, Mathematik und Naturwissenschaft der Cheopspyramide, Lebendige Kräfte, Berlin 1908, 126ff.

86) Heidelberg 1902.

Zu S. 30. 87) A. a. O. 396 (nach der 2. Auflage).

88) Lebendige Kräfte, 129.

89) Ebenda 130.

90) Ebenda 153.

91) Ingenieur Otto Nairz, Charlottenburg, Die Cheopspyramide, ein viertausendjähriges Rätsel, Prometheus 1906, 305—311.

92) 1906, 732—734.

93) Hermann Neikes, Der goldene Schnitt und die „Geheimnisse der Cheopspyramide", Köln a. Rh. (1907).

Zu S. 31. 94) A. Jarolimek, Prag, Die Rätsel der Cheopspyramide, Prometheus 1910, 497—503 und 513—518.

95) S. oben S. 28 und Anm. 82.

96) John and Morton Edgar, The great pyramid passages and chambers, in which is shown how the great pyramid of Gizeh symbolicaly and by measurement corroborates the philosophy and prophetic times and seasons of the divine plan of the ages as contained in the scriptures . . . ., Glasgow 1910. — Ein zweiter Band ist 1913 erschienen; der erste ist seit 1921 vergriffen!

97) A. a. O. 71.

Zu S. 32. 98) Dr. Albert Neuburger, Die Technik im Altertum, Berlin 1919, 343—348.

99) Dr. Heinrich Hein, Das Geheimnis der großen Pyramide, Zeitz 1921.

100) K. Kleppisch, Die Cheopspyramide, ein Denkmal mathematischer Erkenntnis, München und Berlin 1921.

101) Hugo Seifert, Die Pyramiden Ägyptens, Kosmos 1921, 158—162.

Zu S. 33. 102) Graf Karl v Klinkowström, Das Rätsel der Cheopspyramide, Deutsche Allgemeine Zeitung vom 24. 7. 21.

103) Dr. Fritz Noetling, Die kosmischen Zahlen der Cheopspyramide der mathematische Schlüssel zu den Einheits-Gesetzen im Aufbau des Weltalls, Stuttgart 1921.

104) „Birmanisches Maß und Gewicht", Verhandlungen der Berl. Anthropol. Gesellsch. 1896, 40—46, über enge Beziehungen zwischen birmanischem Längenmaß und der ägyptischen Elle!

105) Prof. Dr. Riem, Birgt die Pyramide von Cheops noch heute Geheimnisse? Unterhaltungsblatt des Reichsboten vom 11. und 14. 6. 21.

Zu S. 34. 106) Die Zusendung an Lehrerkollegien deutscher höherer Schulen verdiente eigentlich Beleidigungsklagen von seiten dieser Kollegien.

Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68., Kochstr. 68 - 71.